



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

CAMBIO DE DISEÑO EN SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE
FRIGORÍFICO INDUSTRIAL

Ane Huarte Ariztia

Pedro Villanueva Roldán

Pamplona, 25 de Febrero de 2010

INDICE	<u>Pag.</u>
1. Objetivo y alcance	4
2. Introducción EPTA-Bonnet Névé	6
3. Proceso de diseño	20
3.1 Introducción al proceso de diseño	20
3.2 Conceptos	21
3.2.1 Necesidad	21
3.2.2 Producto	22
3.2.3 Ficha de programa	22
3.2.4 Grupo de trabajo	23
3.2.5 Funciones, criterios y niveles	23
3.3 El comportamiento del consumidor	25
3.4 Pliego de condiciones de marketing	26
3.5 Análisis funcional	28
3.5.1 Método RED	28
3.5.1.1 Búsqueda intuitiva	29
3.5.1.2 Estudio de ciclo vital y entorno	29
3.5.1.3 Análisis secuencial de elementos funcionales	32
3.5.1.4 Examen de movimiento y fuerzas	32
3.5.1.5 Análisis de productos de referencia	33
3.5.1.6 Uso de normas y reglamentos	33
3.5.2 Pliego Condiciones Funcional	33
3.6 Diseño conceptual	34
3.7 Diseño preliminar	35
3.7.1 Introducción	35
3.7.2 Análisis de Ingeniería Inversa	35
3.7.3 Uso de herramientas CAD para creación de modelos 2D y 3D	35
3.7.4 Diseño tecnológico preliminar	37
3.7.5 Diseño preliminar ergonómico, estético y medioambiental	38
3.7.6 Diseño de seguridad	39
3.7.7 Diseño del ensamblaje	43
3.7.8 Establecimiento provisional de materiales	43
3.7.9 Análisis de Fiabilidad y Mantenibilidad	44
3.7.10 Generación de prototipos	45
3.7.11 Modelado y simulación de los diseños preliminares	46
3.7.12 Análisis de valor	47
3.8 Diseño de detalle	51
3.8.1 Determinación final de componentes y estructura del producto	51

3.8.2 Establecimiento de materiales definitivos _____	51
3.8.3 Establecimiento definitivo de tolerancias y acotación funcional _____	51
3.8.4 Ejecución de modelos 3D definitivos _____	52
3.8.5 Desarrollo de planos 2D de producto, fabricación y montaje _____	52
3.8.6 Generación y ensayo de prototipos _____	53
4. Cambio diseño sistema iluminación _____	55
4.1 Sistema iluminación actual _____	55
4.2 Necesidad de cambio _____	60
4.3 Análisis funcional _____	67
4.3.1 Ciclo de vida del sistema de iluminación _____	67
4.3.2 Entorno del sistema de iluminación _____	69
4.3.3 Requerimientos funcionales del sistema de iluminación _____	73
4.4. Diseño conceptual _____	85
4.4.1 Descomposición del problema _____	85
4.4.2 Generación de alternativas _____	86
4.4.2.1 Sub-problema 1: Coste pieza reflectora _____	86
4.4.2.1.1 Solución 1: Chapa _____	87
4.4.2.1.2 Solución 2: Plástico + aluminio _____	89
4.4.2.2 Sub-problema 2: Colocación elementos electrónicos _____	91
4.4.2.2.1 Solución 1: Colocación directa encima del reflector _____	91
4.4.2.2.2 Solución 2: Disposición directa regleta completa _____	92
4.4.2.3 Sub-problema 3: Tecnologías innovadoras _____	94
4.4.2.3.1 Solución 1: Iluminación mediante LEDs _____	94
4.4.3 Combinación de alternativas y elección diseño final _____	97
4.5 Diseño preliminar _____	99
4.6 Diseño de detalle _____	114
5. Resumen y conclusiones _____	126
6. Bibliografía _____	132

1. Objetivo y alcance

Objetivo

Todos los bienes de consumo que utilizamos han sido creados en torno a un diseño que cumple unos determinados requerimientos técnicos y funcionales.

El proceso de creación de cada artículo o producto nace en un análisis de mercado y de una investigación de las funciones que debe desempeñar tal producto y se plasma en el desarrollo de unas soluciones técnicas que posibiliten la realización de dichas funciones.

Tras la identificación de todas las funciones a realizar por el producto y de todos los requerimientos técnicos que debe cumplir, se suceden varias fases de diseño y validaciones hasta llegar al diseño final.

Estas fases son:

Diseño conceptual: Nutriéndose de toda la información proveniente del estudio de mercado y del análisis funcional del producto que se quiere diseñar, en esta fase se realiza la búsqueda de soluciones conceptuales a las funciones que debe cumplir el diseño.

Diseño preliminar: Es una fase importante y crítica en el diseño del producto. Partiendo de las soluciones conceptuales de la fase anterior de diseño, la fase de diseño preliminar plantea soluciones tecnológicas concretas que deben cumplir todos los requerimientos funcionales del producto.

En base a estas soluciones, se comienza a definir la estructura y los diferentes componentes del producto, sus dimensiones y materiales, y se representan en los primeros planos y modelos 3D.

Se analizan las soluciones tomadas con el fin de comprobar y verificar que las soluciones propuestas están cumpliendo todas las especificaciones requeridas. Para ello, se hace uso de prototipos y de técnicas de simulación con modelos que reproducen el entorno y el sistema de la manera más aproximada posible.

En función de los resultados podrán generarse modificaciones que serán integradas y de nuevo analizadas hasta obtener el diseño que cumple con las especificaciones.

Diseño de detalle: en esta fase se cuenta con un diseño final de producto y se debe afinar las tolerancias finales y materiales definitivos. Se realizan los planos y modelos 3D finales, y se definen los procesos de manufactura definitivos. Se realizan simulaciones y ensayos con prototipos o preseries que tiene integradas todas las características del diseño final y con los medios definitivos de producción para validar la eficacia y fiabilidad del diseño final.

Sin embargo, todos los productos existentes son susceptibles de sufrir cambios en su diseño una vez que ya han sido lanzados al mercado de consumo.

Generalmente estos cambios realizados en el producto son destinados a su mejora u optimización, tanto en el ámbito de servicio como en el de los costos.

La inmensa mayoría de los cambios de diseño de un producto se realizan sobre el diseño final de producto, pero no del conceptual. Es decir, rediseñamos detalles que pertenecen al diseño final manteniendo intacto el diseño conceptual. De otro modo, el rediseñado sería tal que podríamos considerar que estamos volviendo a diseñar un producto nuevo que difiriese del original.

Es por ello que cada cambio de diseño debe respetar la base de su diseño y, en especial, seguir cumpliendo todas y cada una de las funciones y requerimientos técnicos de los que partió su diseño.

El objetivo pues de este proyecto consiste en entender cuales son, y en que consisten, las fases del diseño industrial de cualquier producto de consumo para poder documentar y realizar una modificación del diseño original y que esté basada en todas los requerimientos técnicos y características funcionales que debe seguir manteniendo una vez sea implementado el cambio.

El objeto de estudio de este proyecto será el sistema de iluminación de un frigorífico industrial. Conoceremos su diseño, su funcionamiento, el análisis funcional de la misma y finalmente realizaremos un rediseño de todo el sistema, motivado por una estrategia de reducción de costes, pero manteniendo siempre la calidad y las funciones para las que fue diseñado.

Estudiaremos las diferentes alternativas de rediseño en función del coste de los diferentes materiales y piezas, en función de la colocación de los componentes y en función de soluciones innovadoras aplicables al sistema, así como de los invariantes requerimientos funcionales marcados por el cliente, tanto el supermercado como el consumidor final. Y finalmente elegiremos la opción que sea más factible de ser llevada a cabo con los medios disponibles en la situación existente.

Alcance

El rediseño efectuado en este proyecto afectara a todos los sistemas de iluminación frontal de la gama de frigoríficos TL1, que son los poseedores de este sistema objeto de cambio.

Actualmente la familia de muebles frigoríficos TL1 (Top Line 1) se produce en la planta de Bonnet Névé en Hendaye.

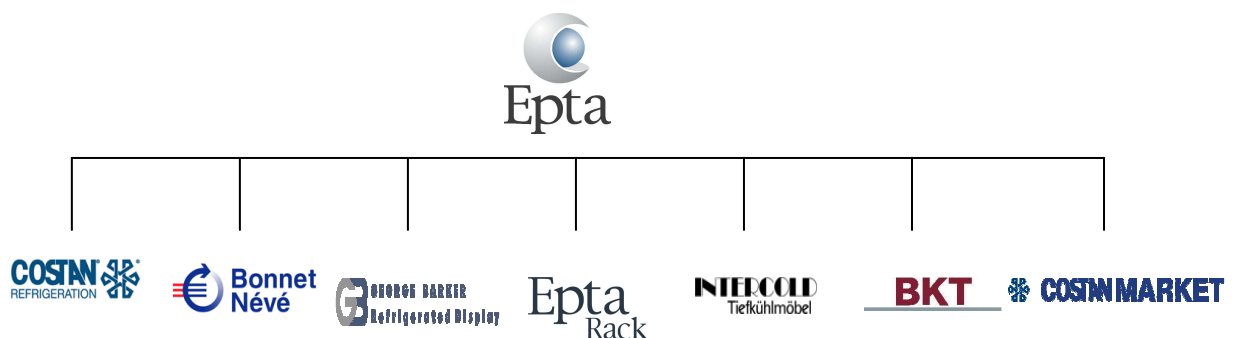
2. Introducción a la empresa

EPTA

Epta es un grupo internacional de equipamiento y de servicio de alta calidad para la refrigeración de alimentos y para la exposición de productos en los distintos puntos de venta.

El grupo Epta esta formado por siete empresas: Constan Limana (Belluno), Intercold (Austria) Bonnet Névé, New Market (Argentina), Alser innovation, BKT (Alemania), Georges Barker (Inglaterra).

En 1986 la familia Nocivelli entra en el sector de la refrigeración comercial y adquiere dos sociedades: Constan Limana (Belluno) et Intercold (Austria). Con una óptica de fuerte desarrollo direccional e industrial, adquiere Bonnet Névé, líder en el mercado francés en 1987. Mas adelante, en 1996, ocurre lo mismo con New Market (Argentina), en 1997 con Alser Innovation, sociedad francesa especializada en el sector de estanterías, en 1998 con BKT (Alemania), y finalmente en 1999 la compra de la inglesa Georges Barker.



Epta da empleo en la actualidad a mas de 2500 personas en mas de 13 países diferentes, entre ellos una centena de investigadores en laboratorios de investigación & desarrollo (I+D).

Su implantación en Francia, Italia, Alemania, Austria,..le confiere un lugar interesante con respecto al resto de líderes en la profesión.

Por otro lado, el ano pasado EPTA se abrió al mercado chino implantando una nueva fábrica en Qingdao. EPTA abarca así una superficie global de unas 20 hectáreas.

SOCIEDAD	LUGAR	SUPERFICIE	PRODUCCION
Bonnet Névé	Hendaye (Francia)	44,000	Vitrinas refrigeradas
Costan	Belluno (Italia)	60,000	Vitrinas refrigeradas Unidades centrales Módulos fríos
Intercold	Hermager (Austria)	12,000	Plug-ins
Costan Market	Rosario (Argentina)	11,000	Vitrinas refrigeradas Unidades centrales Módulos fríos
George Barker	Leeds (UK)	24,500	Vitrinas refrigeradas
Epta Rack	Sermaise (Fr)	24,000	Estanterías de almacenamiento
EPTA	Qingdao (China)	15,000	Vitrinas refrigeradas

El 80% del negocio se reparte por Europa y extiende sus ventas por el resto del mundo. Gracias a la fábrica abierta recientemente en Qingdao, EPTA se ve capacitada de responder a la demanda en fuerte crecimiento de esta región del mundo.

Los puntos clave sobre los que EPTA se apoya para satisfacer lo mejor posible a sus clientes son la proximidad, la flexibilidad de productos y de servicios así como las relaciones comerciales y la sensibilidad a las exigencias de los clientes.

Hoy en día, la normativa medioambiental es tal que EPTA debe hacer todo lo posible para reducir al máximo las emisiones de gas 'efecto invernadero'. La utilización de refrigerantes tipo HFC, muy utilizados en instalaciones frigoríficas, es una de las causas del calentamiento global. Atraído por una idea innovadora en este terreno, EPTA fue la primera empresa en desarrollar modelos equipados con la tecnología <<HFC-free>> o <<CO2 transcrito>>. Entre 1998 y hoy en día, EPTA instala decenas de productos de este tipo y se puede decir que es líder europea en este tipo de tecnología <<CO2-transcrito>>.

Por otro lado, su abundancia en la naturaleza así como su no toxicidad y su carácter no inflamable hacen del CO2 el refrigerante del futuro para todas aquellas aplicaciones en las que la seguridad es una necesidad. Además, la eficacia del CO2 permite utilizar tubos más pequeños y así reducir los costes de instalación. El CO2 es, además, mas barato que el resto de refrigerantes tradicionales.

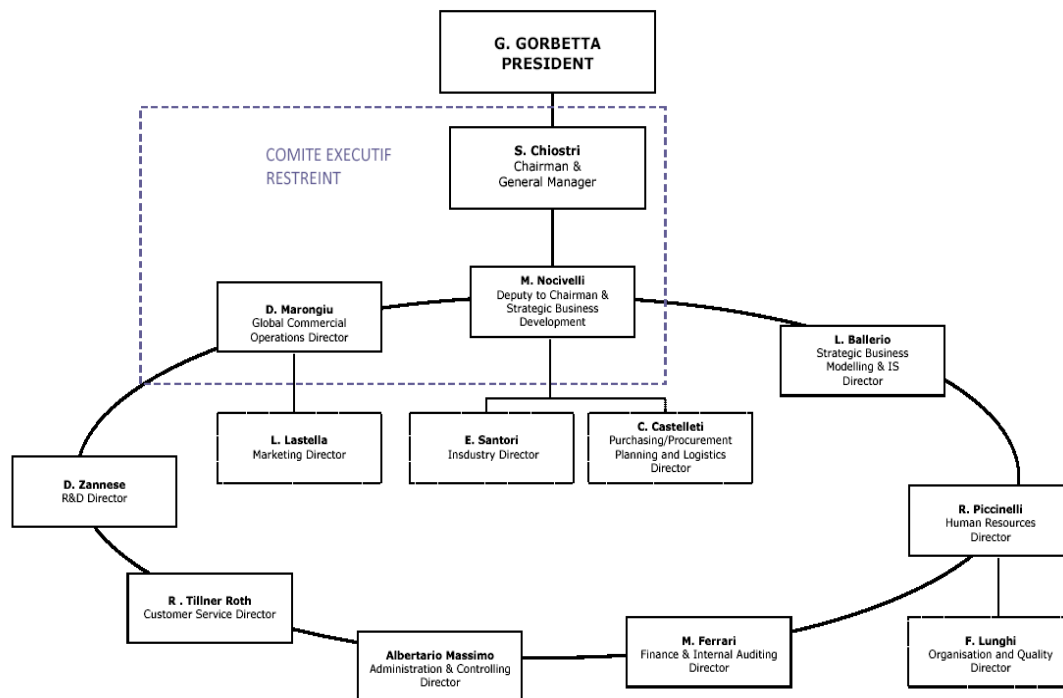
Esta tecnología a encontrado recientemente su lugar en el mercado noreuropeo, allí donde la demanda no cesa de aumentar. EPTA ya ha implantado esta solución en Suecia (Partille, Mitt, Sveg et Goteborg), en Bélgica (Lintoud) y en Luxemburgo (Echtermach).

EPTA

- _ Sitio social: Via Mecenate, 86, 20138 Milan, Italia
- _ Actividad: EPTA es líder europea en la fabricación y en la comercialización de material frigorífico.
- _ Capital social: 53 millones de euros.
- _ Presidente: Guido CORBETTA
- _ Cifra de negocios: 400 millones de euros.
- _ Empleados : 2,500.
- _ Pagina web :: <http://www.eptarefrigeration.com/>



ORGANIZACIÓN



BONNET NEVE

Desde 1987, Bonnet Névé es líder en la producción de vitrinas refrigeradas destinadas a grandes superficies francesas. La empresa ocupa una plaza preponderante en el mercado internacional.

Bonnet Névé fue creada en el siglo 19 cerca de Lyon por Nicolas Bonnet y se desarrolla fabricando equipamiento para alimentos y para cocinas industriales.

A partir de 1930 Bonnet se lanza al mercado del frío y en 1962 su readquisición por Thomson va a hacer de Bonnet la líder en la refrigeración comercial de Francia. En 1974 Bonnet se asocia con Neuhaus y comienza una nueva actividad la de los muebles frigoríficos de venta. La refrigeración comercial acogerá el nombre de Bonnet Réfrigération y estará ubicada en Hendaye.

Névé se crea en 1932. En 1962 se asocia con Satam para pasar a ser Satam Névé. Será en 1983 cuando Thomson decida comprar la sociedad y pasa a llamarse Froid Satam Brandt.

En mayo de 1988, Bonnet Réfrigération y Froid Satam Brandt son adquiridas por Elfi.

Al año siguiente las dos sociedades se fusionan en la Sociedad Europea Industrial del Frío.

Finalmente, en junio de 1993, el nombre de S.E.I.F. desaparece para ser Bonnet Névé.

Bonnet Névé forma parte del grupo Epta y actualmente emplea 450 personas en sus dos sedes:

- Chatou (Sede social)
- Hendaye (Sitio de producción)

UNA SOCIEDAD INTERNACIONAL

Bonnet Névé es la líder francesa en muebles refrigerados y posee más del 50% del mercado. Es también una sociedad internacional que exporta la mitad de su producción:

Sur de Europa: 31%

Norte de Europa: 30%

Asia: 27%

Europa de Este: 12%

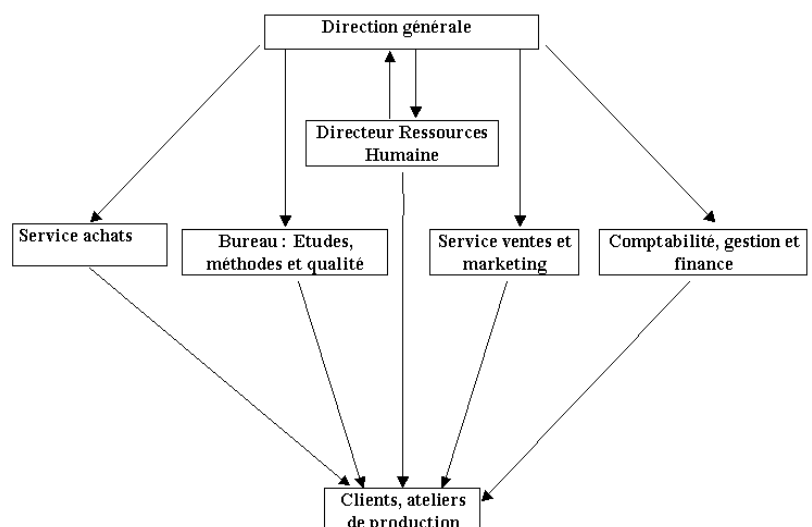
Bonnet Névé esta presente en todo el mundo a excepción de America del Norte, que esta protegida por las normas U.L. Bonnet Névé es la 31 sociedad francesa exportadora de bienes de equipación industrial. Sus principales clientes son: Carrefour, Intermarché, Cora, Magasins U, Auchan y Leclerc. A pesar de ser la líder europea, tiene dos grandes competidores: Koxka (España) y Linde (Alemania). Debido a su presencia mundial, también tiene otros competidores como Husmann en America y Sanyo en Asia.

EMPLAZAMIENTO DE HENDAYE

La fabrica esta situada en Hendaye, una ciudad de 13 mil habitantes situada en el sur oeste de Francia, en la costa vasco-francesa, a unos 35 Km. de Bayonne, en la frontera con España. Esta situada en una zona industrial sobre un terreno de 82000 m².

A continuación se detallan los diferentes servicios de la fábrica:

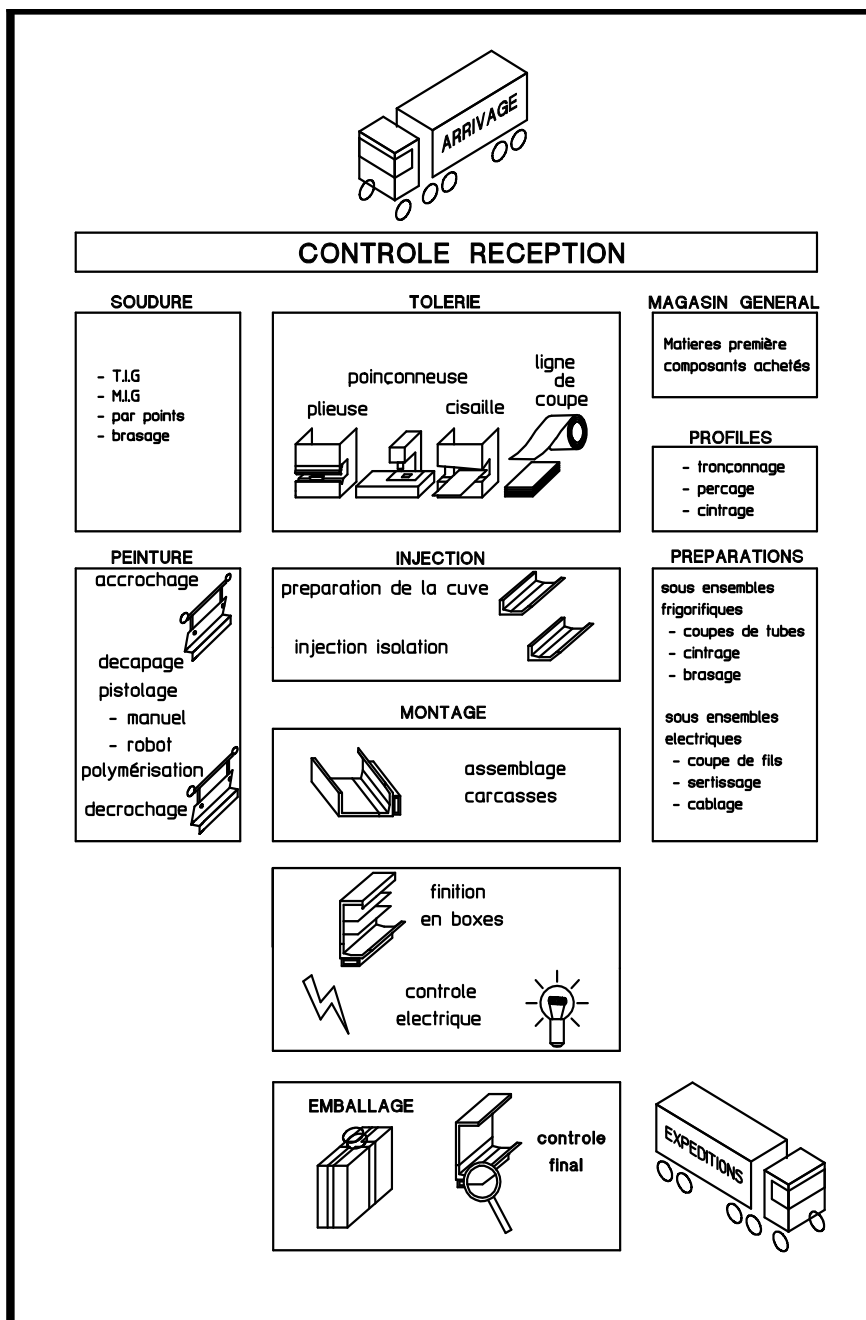
- Producción
- Investigación y desarrollo
- Calidad
- Informática
- Servicio al cliente
- Contabilidad-Gestión
- Recursos Humanos
- Comercio
- Marketing
- Planning – Expedición
- Compras



La fabrica esta dotada de los siguientes medios industriales:

- Puestos de trabajo con SOLID EDGE
- Un software de gestión de la producción SAP
- Talleres de chapa, de pintura, de inyección, de electricidad y de montaje.
- Plegadora, perfiladora, perforadora láser

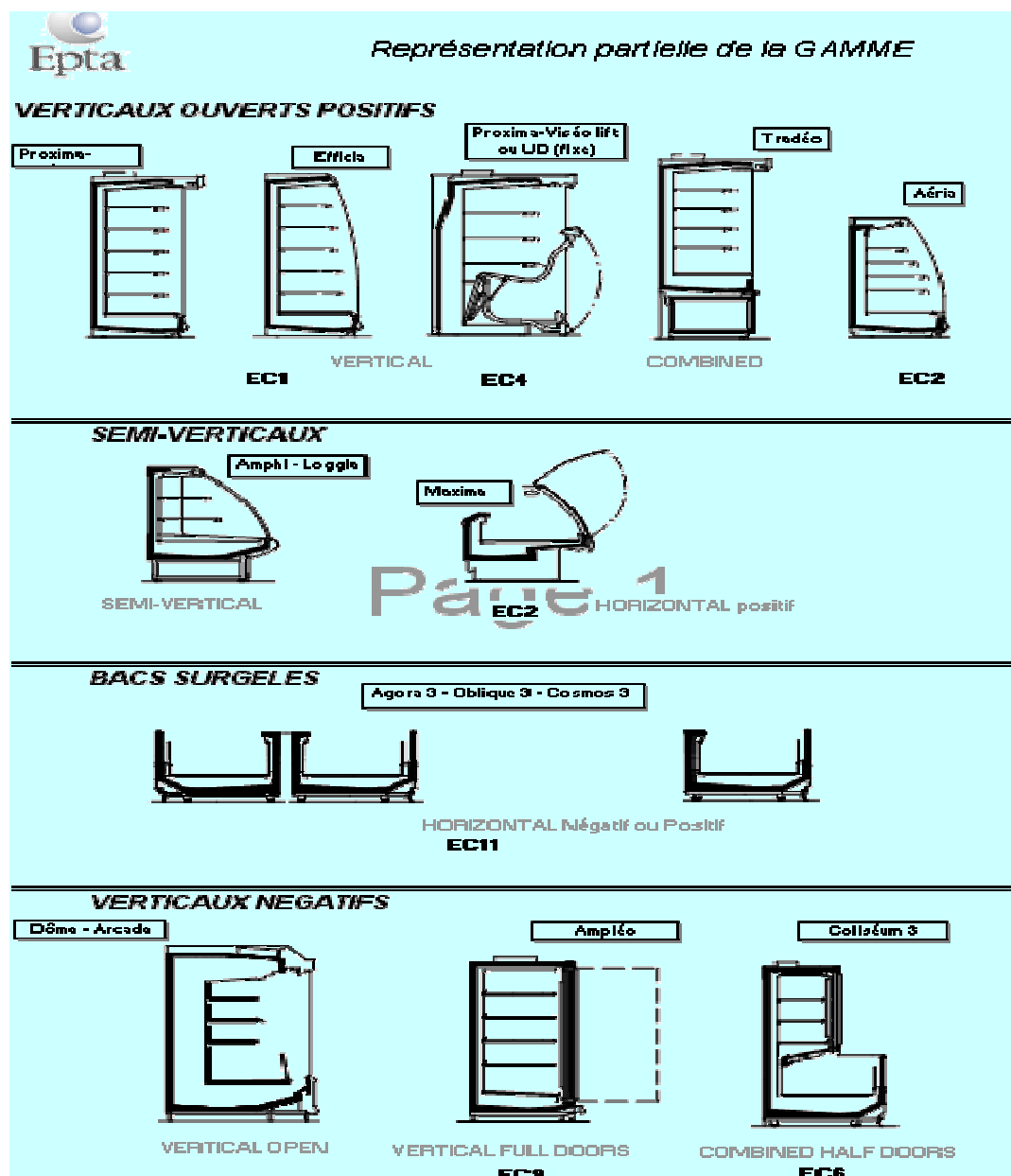
SYNOPTICO DE PRODUCCION

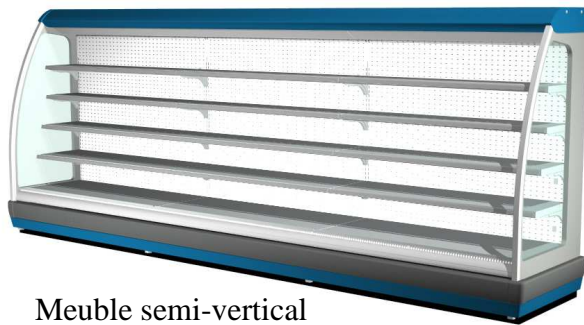


ACTIVIDAD Y PRODUCTOS

Bonnet Névé esta especializada en la concepción y fabricación de vitrinas refrigeradas. El grupo Epta realiza 5 tipos de muebles diferentes: verticales positivos, horizontales positivos, verticales negativos, horizontales negativos y semiverticales.

La fábrica de Hendaye desarrolla y fabrica esencialmente muebles verticales.





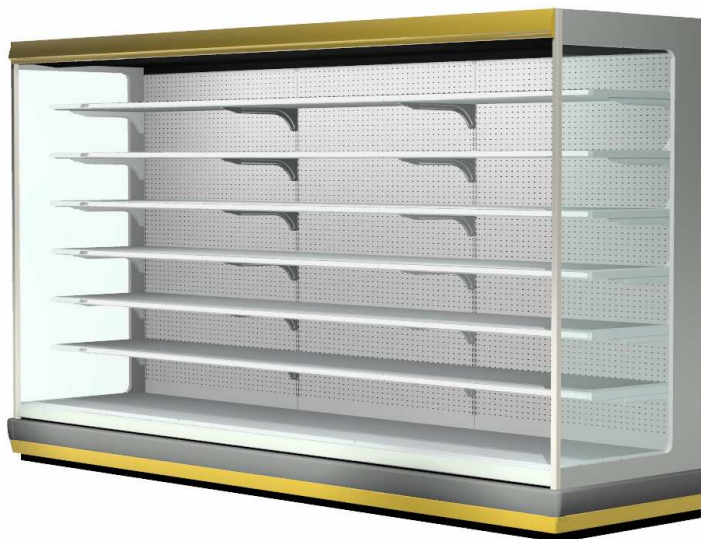
Meuble semi-vertical positif



Meuble semi-vertical positif



Meuble vertical positif à porte



Meuble vertical positif ouvert

Muebles desarrollados en la oficina de estudio de Hendaye pero fabricados en el exterior:



Mueble vertical
negativo



Mueble combinado
negativo

ANNEXE1 : Plan du site d'Hendaye

Bienvenue chez Bonnet Névé
 Welcome to Bonnet Névé



Pour votre propre sécurité : roulez au pas
For your own safety : drive slowly

Badge obligatoire remis par le gardien
Obligatory badge delivered by the guardian

En cas d'urgence ou d'évacuation du site
 Abandonner le bâtiment, suivez les instructions du personnel Bonnet Névé
 qui vous accompagne et dirigez-vous aux points de rassemblement

In case of emergency or evacuation :
 Leave the building when you hear the alarm, follow the instructions of the
 Bonnet Névé staff accompanying you and proceed to the meeting point

Points d'Accueil
 Mise à jour au 24 juillet 2006

DEPARTAMENTO I+D

En esta oficina se trabaja en la concepción y en la mejora de los productos de la sociedad. Su papel principal es el de hacer un producto lo mas potente posible, buscando a su vez un coste mínimo, una alta fiabilidad, cumpliendo siempre las normas.

EVOLUCIÓN Y POLITICA DE LA CALIDAD EN LA PLANTA

La visión de calidad dentro de la planta de Bonnet Névé ha ido evolucionando de forma paralela a la de otras grandes empresas del sector. Se pasa de no tener una política definida, hasta poco a poco ir adaptando sus estructuras y sistemas productivos a los requerimientos. En un primer momento se habla de **Control de Calidad**. Este se basa en las técnicas de inspección aplicadas a la Producción. Consiste en medir, testar, examinar una característica de un producto o servicio para compararlo con los requerimientos específicos. Se realiza mediante la aplicación de técnicas estadísticas que permiten a la empresa conocer las causas de las desviaciones. Se trabaja con la idea de calidad aceptable.

En un momento dado, se vio que la calidad era una forma de conseguir ventaja competitiva frente al resto de fabricantes. Por ello, comenzaron a exigir a sus proveedores cumplir con una serie de requerimientos. De este modo, los fabricantes tenían la certeza de que sus proveedores estaban produciendo de acuerdo a unos parámetros exigentes, que les permitían servir productos de alta calidad a su cliente final.

Apoyándose en la organización puesta en marcha y certificada por un organismo acreditado (Det Norske Veritas nº 98-FRQ-029 / ISO 9001) en 1998, Bonnet Névé hace evolucionar su política de la Calidad desarrollando los principales temas de la política EL.FI Cold en todas sus actividades comerciales, de marketing, diseño y fabricación de muebles frigoríficos de venta.

A través de esta política, queda patente nuestra voluntad de ocuparnos por completo de la instalación y el apoyo posventa, así como de todos los servicios y prestaciones a ella asociados.

Los ejes principales de esta política se detallan a continuación:

1 Nuestros puntos de referencia

El sistema de calidad de Bonnet Névé es conforme a la norma internacional ISO 9001. Hemos decidido completar la iniciativa de progreso asociada a esta norma con la herramienta de mejora permanente IQRS (SIEC = Sistema Internacional de Evaluación de la Calidad) y, de este modo, tender a la excelencia a través de la gestión de la calidad. Este punto de referencia incluye el desarrollo de las normas ISO 9000, con plazo límite en 2000, así como las exigencias del QS 9000, del premio Europeo de la calidad y del premio Malcom Baldrige.

2 Nuestros clientes

Bonnet Névé se compromete a actuar teniendo en cuenta los factores siguientes:

- escucha permanente de las expectativas de los clientes;
- seguimiento comercial personalizado;
- respeto de los compromisos sobre la calidad de productos y servicios;
- capacidad de reacción para tratar las no conformidades y ajustar nuestras capacidades a las necesidades de nuestros clientes;
- innovación, respuesta a las exigencias técnicas específicas y especiales;
- búsqueda constante de la adecuación precio/producto.

3 Nuestro personal

Motivar a nuestro personal es esencial para nuestros éxitos y logros.

Nuestra voluntad es darle a la concertación social dentro de la empresa una nueva magnitud.

Deseamos participar de manera más activa en el reconocimiento de su trabajo, por ejemplo «celebrando» sus logros, reforzando movilidad y promoción internas.

4 Mejora continua de la calidad y resolución de problemas

Más allá de las estrictas exigencias de la norma de aseguramiento de la Calidad, nos comprometemos a:

- mejorar de forma continua nuestros procesos, así como el tratamiento de las no conformidades en todas las actividades, atendiendo muy especialmente las relaciones clientes proveedores internos y las relaciones con nuestros socios;
- utilizar la herramienta de evaluación de la calidad (SIEC);
- remontar las informaciones que permitan alimentar la base de datos EL.FI Cold y participar en el benchmarking de nuestros productos e nuestras organizaciones.

5 Indicadores de rendimiento y objetivos

Nuestros primeros indicadores de rendimiento son el reflejo de los principales objetivos que nos planteamos:

- ajustar y evaluar nuestras actividades en todos los procesos a través de las reuniones de mantenimiento del sistema de Calidad (MSCP);
- participar, a todos los niveles, en el control de nuestros costes de no calidad internos y externos, así como en su disminución por medio de acciones dinámicas y continuadas (- 10% por año a actividad constante).

Nuestras responsabilidades

Nuestros compromisos y responsabilidades frente a las partes acreedoras son:

- garantizar la conformidad de nuestros productos a las exigencias de salud y seguridad para los usuarios.
- fomentar la limpieza y el buen orden en beneficio de la seguridad, higiene y salud de nuestro personal.
- controlar el confinamiento de los fluidos refrigerantes y participar activamente en la reducción del consumo de energía (reducción de emisiones de CO2 para limitar el efecto invernadero).

SISTEMA DE GESTION MEDIOAMBIENTAL

Como viene precisado en la cláusula 4.1 de la norma ISO 14001, Bonnet Névé a creado e implantado un Sistema de Gestión del Medio Ambiente (SGMA) conforme a las exigencias de la norma.

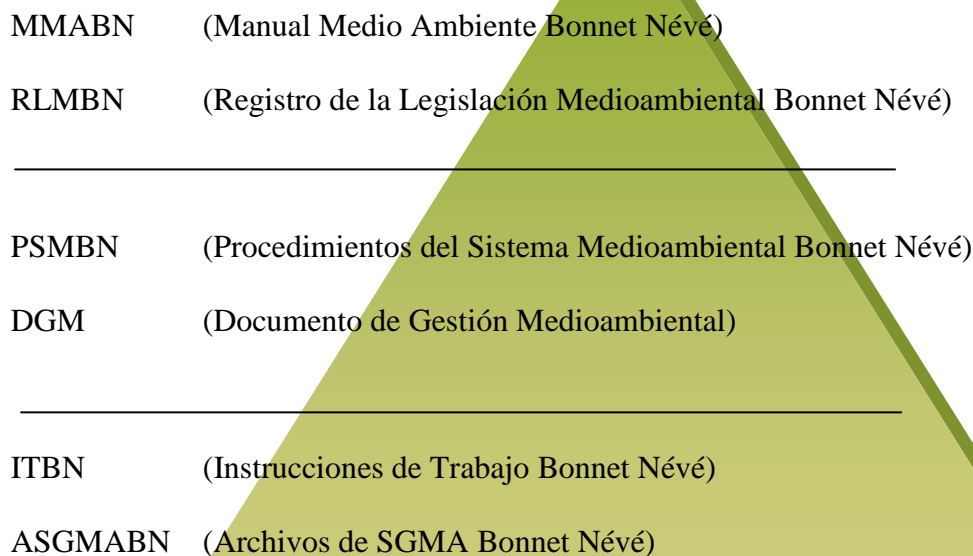
El SGMA esta compuesto por los siguientes documentos:

- Manual de Medio Ambiente Manuel Environnement
- Registro de aspectos y de la legislación medioambiental
- Procedimientos del sistema medioambiental
- Documentos de Gestión Medioambiental
- Instrucciones de trabajo
- Archivos de SGMA

El sistema de documentación de la Gestión Medioambiental



Documentación 3 niveles

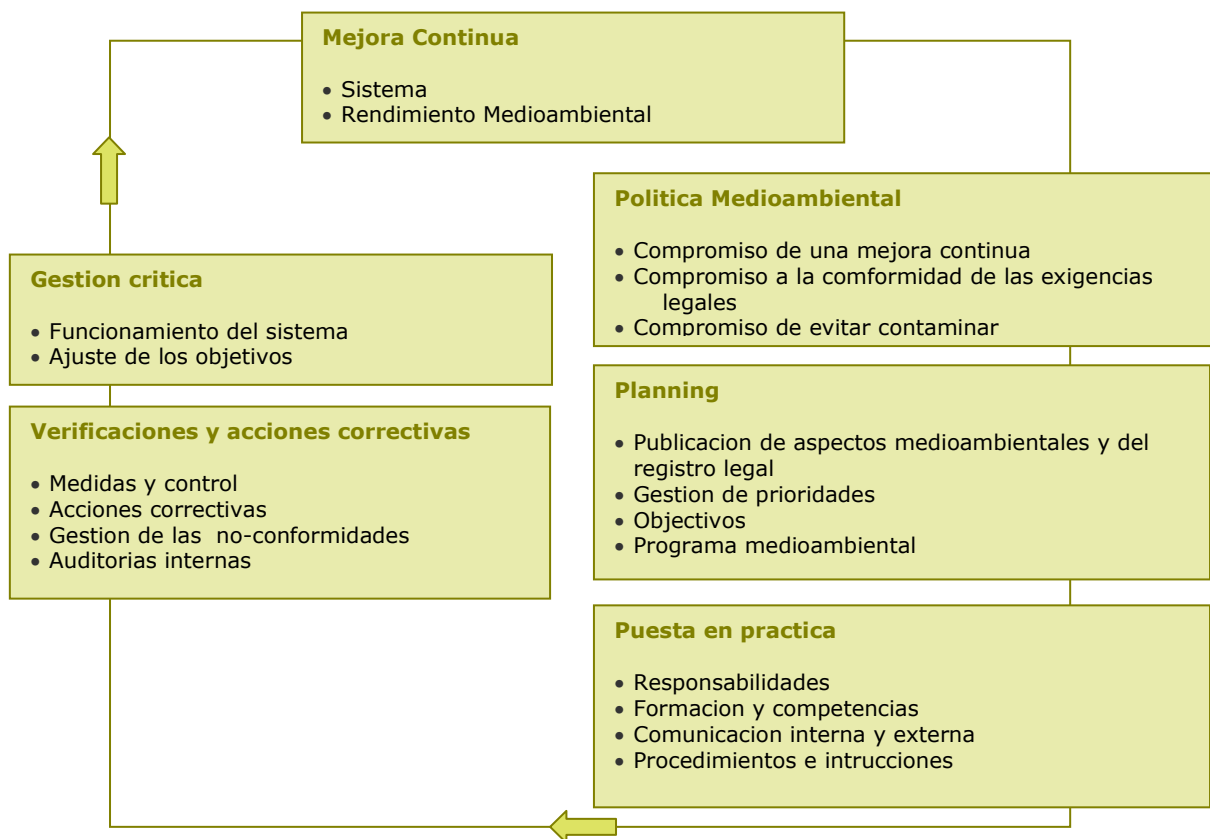


Nivel 1 – El Manual Medioambiental y el Registro de la Legislación Medioambiental hablan de ellos mismos.

Nivel 2 – Contiene los Procedimientos del Sistema Medioambiental y los Documentos de Gestión Medioambiental. Los procedimientos del sistema son exigidos por la norma y contienen : Campo de aplicación, Política, Aspectos de Gestión, Obligaciones legales, Objetivos, funciones, Responsabilidades y Autoridades, Competencias, Comunicación, Documento de Control, Control Operacional, Evaluación y Conformidad, No Conformidad, Acciones Preventivas y Correctivas, Control de Archivos, Auditoria Interna. Los Documentos de Gestión Medioambiental son los cuestionarios, listas, informes,... útiles para aplicar los procedimientos del sistema descritos anteriormente y soportar le SGMA en general.

Nivel 3 – Incluye las Instrucciones de Trabajo y explica que el trabajo es parte integrante de aspectos medioambientales. Incluirá por ejemplo la descripción de la manipulación de productos peligrosos... Esta parte contiene también los Archivos como lo exige la norma.

El Sistema de Gestión Medioambiental ISO 14001 – Bonnet Névé



3. Proceso de diseño

3.1. Introducción al proceso de diseño

El diseño se refiere al proceso de creación y desarrollo para producir un nuevo producto, proceso o servicio para su consumo en el mercado. Diseñar requiere principalmente consideraciones funcionales y estéticas. Esto necesita de numerosas fases de investigación, análisis, modelado, ajustes y adaptaciones previas a la producción definitiva del producto. Además comprende multitud de disciplinas y oficios dependiendo del objeto a diseñar y de la participación en el proceso de una o varias personas.

En términos muy generales, el diseño es una tarea compleja, dinámica e intrincada. Es la integración de requisitos técnicos, sociales y económicos, necesidades biológicas, con efectos psicológicos y materiales, forma, color, volumen y espacio, todo ello pensado e interrelacionado con el medio ambiente que rodea a la humanidad.

El proceso de diseño nace con la detección de una necesidad por parte de un usuario o potencial usuario. Detectada esa necesidad, un estudio de mercado debe recoger información sobre el sector que tiene esa necesidad, cuales son las características de esa necesidad, si existe alguna restricción o normativa al respecto, el perfil del usuario, sus problemas concretos... Todos estos aspectos deben ser recogidos y ser estudiados para determinar el desarrollo del producto.

Analizada toda esta información, debemos trasladar las necesidades del usuario o cliente a un pliego de condiciones o especificaciones que contenga todas las funciones que debe cumplir el producto y todas las características que las definen a estas funciones. Para ellos contamos con una herramienta llamada análisis funcional. Esta nos permite identificar y definir cuales son todos los requerimientos que el usuario o cliente espera que sean cumplidos por el producto.

A partir de ese punto comienza la llamada fase de diseño conceptual en el que se comienza un trabajo creativo de búsqueda de soluciones cumplan con todos los requerimientos funcionales marcados. Las diferentes soluciones propuestas son soluciones globales y conceptuales sin entrar a entrar demasiado en detalle en el terreno tecnológico.

Elegida la solución conceptual más adecuada entre las diferentes alternativas, se procede a la fase de diseño más pura, llamada fase de diseño preliminar. En ella se realizan los estudios, análisis y verificaciones para llegar al diseño del producto final, así como su proceso de manufactura.

Tras esta fase llega la fase de diseño de detalle en la que se crea y consolidan las características finales y definitivas del producto, y se concluyen los planos 2D del conjunto, de montaje y modelos 3D con los que el producto queda definido a la perfección.

El diseño resultante debe ser probado y verificado para comprobar que su comportamiento es el esperado. La validación se debe hacer sobre prototipos físicos fieles al diseño definido en la fase del diseño de detalles y preliminar, y pruebas previas sobre prototipos virtuales mediante simulaciones por ordenador en las fases de diseño preliminar.

3.2. Conceptos

3.2.1. La necesidad

La necesidad es un componente básico del ser humano que afecta a su comportamiento, porque siente la falta de algo para poder sobrevivir o sencillamente para estar mejor. Por tanto, la necesidad humana es el blanco al que apunta la mercadotecnia actual para cumplir una de sus principales funciones, que es la de identificar y satisfacer las necesidades existentes en el mercado.

La definición de necesidad describe a este componente básico del ser humano como un “estado de carencia percibida que puede ser física o mental del que es difícil sustraerse porque genera una discrepancia entre el estado real (lo que es un momento dado) y el deseado (que supone el objetivo, servicio o recurso que se necesita para la supervivencia, bienestar o confort)”. Desde el punto de vista del diseño, podemos recurrir a la definición que hace Robert Tassinari de la necesidad como “insatisfacción que motiva la creación del producto”.

El proceso de diseño surge como consecuencia de las necesidades de los usuarios. Por lo tanto, el descubrimiento o la percepción de una necesidad son la base para el inicio de un proyecto de ingeniería y la base para el inicio del desarrollo del proyecto de lanzamiento e un producto al mercado.

Se pueden distinguir tres clases de necesidades:

- *La necesidad latente o manifestada:* pertenece por lo general a las exigencias fundamentales del individuo. Como tal, su identificación se hace a través de la necesidad expresada.
- *La necesidad identificada o implícita:* la necesidad es detectada en el mercado a través de estudios de mercado, del comportamiento de los consumidores, de estadísticas de consumo,...
- *La necesidad creada o provocada:* se crea al usuario la necesidad de ese objeto. Es consecuencia del lanzamiento al mercado de un nuevo producto, normalmente como consecuencia de un avance tecnológico.

La necesidad depende de factores objetivos, que motivan la compra. Por lo tanto, es necesario buscar la naturaleza de las necesidades.

Por su naturaleza, las necesidades se pueden clasificar en dos familias:

- *Objetivas o cuantificables*

Son las que se pueden cuantificar fácilmente, es decir, que se pueden evaluar cuantitativamente mediante el empleo de criterios o parámetros cuantificables. La necesidad objetiva toma en consideración nociones cuantificables como las prestaciones, las características, la ergonomía, la seguridad, la disponibilidad, la durabilidad, el mantenimiento, el volumen, el peso, etc.

- *Subjetivas u opinables*

Son aquellas necesidades relacionadas con la satisfacción percibida por el usuario que se corresponden con funciones de estima y que por tanto son difíciles de cuantificar. Puede responder a nociones como la imagen de marca, la moda, el estilo de vida, el confort, el ocio, la estética, la clase, la originalidad, el ambiente, etc; nociones que son difíciles de cuantificar.

3.2.2. El producto

El producto es el elemento concreto que satisface a la necesidad.

Este producto a su vez se puede integrar dentro de un sistema, convirtiéndose en un componente de éste.

Es importante tener la noción de cascada: conjunto, subconjunto, componente. Cada elemento del conjunto de un sistema puede ser considerado como un producto.

La pertenencia o no del producto a un sistema puede determinar su análisis funcional.

Las condiciones de utilización de un producto influyen directamente en su característica de durabilidad, la cual debe ser considerada siempre en el enfoque funcional del producto.

Respondiendo a esto tenemos la siguiente clasificación:

- El producto debe ser duradero en condiciones de utilización aleatorias. Ej. Artículos deportivos, vestimenta...
- El producto debe ser duradero en condiciones de uso bien definidas.
- El producto es desechable. Ej. Tarjeta de teléfono, bote de espuma de afeitar,...
- El producto se utiliza una sola vez después del aprovisionamiento. Ej. Cigarrillo, munición, conservas...
- El producto se utiliza una sola vez a partir de su creación. Ej. Llamada telefónica o cualquier otro servicio están incluidos en este grupo.

Si estudiamos el ciclo de vida de un producto observamos que con todo producto fuente de negocio para la empresa llega el momento en que deja de serlo ya que ha llegado al punto máximo de su esplendor y es el momento adecuado para que la empresa desarrolle una de estas alternativas:

- Facilita la adaptación de los productos
- Procesos y servicios a los fines a los que se destinan
- Proteger la salud y el medio ambiente
- Prevenir los obstáculos al comercio y facilitando la cooperación tecnológica

3.2.3. Ficha de programa

No es aconsejable que el análisis funcional se haga exclusivamente en base a los datos obtenidos del estudio de mercado. Un estudio intermedio debe dar validez al estudio de mercado y completarlo. Esta es la función de la ficha de programa.

La ficha de programa contendrá:

- Lista de funciones extraídas del estudio de mercado

- Objetivos de nivel de calidad. Dependiendo del tipo de mercado al que se aspire: alta, media o baja gama.
- Grandes acciones estratégicas. Elegida por la empresa en función de su política general. Desde respetar la imagen de la marca, crear un producto integrado dentro de una gama o línea de productos, maximizar la estandarización, desmarcarse de productos de la competencia,...
- Objetivos de algunas prestaciones. Como la velocidad punta de un vehículo, respondiendo a estudios internos o impuestos por el estudio de mercado.
- Lista de invariantes. Sobre todo para productos existentes, donde ciertas características o procesos no pueden ser modificados por motivos particulares.
- La duración de la vida industrial (programa, planificación).
- El presupuesto para el estudio y desarrollo.
- El coste de fabricación deseado.
- Política de colaboración o subcontratación.
- Etcétera.

3.2.4. Grupo de trabajo

El análisis funcional sólo puede ser válido después de que se haya recogido todas las informaciones concernientes a la necesidad y las aspiraciones del mercado o demandante. Pero esta información no es suficiente. Es necesario un cierto número de informaciones complementarias ante todo lo que concierne la realización y mantenimiento del producto.

Para ello el grupo de trabajo debe ser integrado por un cierto número de personas, que tenga cada uno parte de la información complementaria.

Para un producto de gran consumo sería necesario reunir personal de los siguientes ámbitos:

- Marketing o Comercial
- Diseño
- Postventa
- Departamento de estudio
- Calidad
- Compras
- Producción
- Logística
- Usuario (en la medida de lo posible)

3.2.5. Funciones, criterios y niveles

La definición de la palabra “función” está relacionada con los conceptos de acción, de servicios a prestar y de necesidad de satisfacer. Podemos definir función como la acción de un producto o de uno de sus componentes expresados en términos de finalidad.

La función expresa el resultado esperado, pero no los medios ni la solución que llegan a obtener ese resultado.

La definición de una función debe ser exacta y precisa a fin de evitar cualquier error de interpretación. Por ello es muy aconsejable utilizar la estructura verbo más complemento. Ej. Soportar peso.

Cualquier producto que encontremos no cumple una única función, sino varias. Podemos clasificarlas de la siguiente manera.

Funciones principales:

Son todas aquellas funciones de uso para las cuales el producto ha sido creado y que garantizan el servicio esperado por el usuario.

Por ejemplo la función principal de un mechero es la de proporcionar fuego o lumbre.

Funciones complementarias:

Estas funciones corresponden a una necesidad complementaria que también deben ser satisfechas al igual que la necesidad principal.

Siguiendo con el ejemplo del mechero, sus funciones complementarias serían:

- No manchar en los bolsillos o bolso.
- No desprender malos olores.
- Tener buena apariencia.

A veces estas funciones responden a alguna utilización especial del producto. Como por ejemplo la posibilidad de que una cámara digital pueda ser conectada a un televisor para visionar las fotos en él.

No se deben desestimar este tipo de funciones complementarias de uso ya que la importancia de su presencia prevalece frente a las principales en la decisión de compra del usuario.

Por ello la distinción entre las funciones principales y complementarias no es esencial, ya que ambas tienen la misma importancia y no se pueden pasar por alto ninguna de ellas.

Funciones restrictivas o limitaciones:

Estas funciones provienen de las limitaciones que rodean al producto de los siguientes ámbitos:

- El entorno.
- La tecnología.
- Insatisfacciones mayores.
- Reglamentos y normas.

Funciones técnicas:

Son las funciones internas del producto que resultan de un tipo de diseño o solución determinado. En el momento del análisis funcional no pueden ser determinadas ya que en esa fase no se conoce la solución, excepto cuando haya limitaciones establecidas en la ficha de programa.

Una función técnica responde a una necesidad de diseño o de construcción que el usuario del producto no necesariamente lo ha pedido. Con frecuencia el usuario las ignora por completo.

Las funciones técnicas son de algún modo el soporte de las funciones principales y complementarias. Sin ellas éstas no podrían ser cumplidas.

Funciones activas y pasivas:

A veces es útil distinguir la naturaleza de las funciones, de ahí la siguiente clasificación:

Las funciones activas hacen referencia a funciones que implican actividad en el sentido físico de la palabra, como transmitir un movimiento, alterar la temperatura de una pieza, levantar un carga...

Las funciones pasivas hacen referencia a estados de inercia, como la resistencia térmica o a la corrosión, reacción a una fuerza, apariencia,...

Las funciones deben estar caracterizadas por criterios o variables involucradas. Así por ejemplo la función “Ser silencioso” estará caracterizada por el criterio “Decibelios”.

El criterio de una función es definido como la regla o condición mantenida para evaluar la manera por la cual se cumple una función o una limitación.

Todas las funciones identificadas deben tener su correspondiente criterio.

Sin embargo el criterio no aporta la información necesaria para que la función se cumpla. Es necesario establecer un valor que sea el objetivo a alcanzar. Este es el concepto de nivel.

Siguiendo el ejemplo anterior, el nivel de decibelios (criterio) para que un aparato sea silencioso (función) es que no supere los 60 decibelios (nivel).

Llamamos flexibilidad a la tolerancia de valores que permite cambiar los valores del nivel dentro de una gama preestablecida.

Así pues cada función debe ir definida por sus correspondientes criterios, niveles y tolerancias o flexibilidad correspondientes.

3.3. El comportamiento del consumidor

Hay un gran número de estudios que intentan explicar el comportamiento de los consumidores. En particular, el proceso de decisión de compra es de gran interés ya que es el que, en última instancia, conduce al acto final de consumir, comprar o adquirir servicios.

En primer lugar, la percepción de la necesidad depende del contexto en el cual se encuentre el comprador potencial y, por consiguiente, de las influencias de cualquier naturaleza susceptibles de provocar desviaciones en la percepción original de la necesidad.

El procedimiento de compra, se inicia normalmente con una fase de información durante la cual el comprador toma conciencia de la necesidad. Es en esta fase en la que más influencia tiene el entorno.

En base a las diferentes influencias a las que están sometidos, se distinguen tres categorías de compradores:

- El comprador individual
- El comprador que representa un grupo, una familia
- El comprador profesional

Dentro de cada una de estas categorías hay que tener en cuenta un factor determinante en la percepción de la necesidad: el precio no es siempre pagado por el comprador usuario del producto. Por tanto, es también necesario tener en cuenta la posición que ocupen el comprador, el usuario y quien paga el producto a la hora de analizar la percepción de la necesidad.

Además, también hay que tener en cuenta las insatisfacciones, ya que posibles dificultades de utilización o de mantenimiento del producto permanecen en la memoria e influyen al comprador en compras futuras.

Para comprender mejor el comportamiento del cliente, se han desarrollado diversas teorías, y, debido a su complejidad, se ha abordado desde diferentes enfoques o disciplinas científicas, como la economía, la psicología y la sociología entre otras.

A la hora de analizar el comportamiento individual del consumidor, se hace principalmente desde tres aspectos: la necesidad, la motivación y las actitudes.

3.4. Pliego de condiciones de marketing

El estudio básico que debe realizar Marketing (si fuese necesario en colaboración con Ingeniería) debe contemplar los siguientes aspectos:

- Descripción del producto y de sus prestaciones
- Razones por las que se considera una oportunidad su desarrollo (en aquellos casos en que se este proponiendo el desarrollo de un nuevo producto que no vaya destinado a un cliente concreto)
- Relación con otros productos existentes en la empresa (con indicación de los subconjuntos o dispositivos aprovechables)
- Situación tecnológica de la competencia en este producto
- Evaluación del mercado potencial. Sector del mercado al que va dirigido el producto
- Principales dificultades previstas en su desarrollo
- Fabricabilidad. Nuevas instalaciones necesarias. Nuevos utillajes necesarios.
- Cualquier otro dato o estudio que pueda ser de utilidad en el desarrollo del diseño.

Las empresas ya no desarrollan sus márgenes especulando únicamente con la reducción de sus costes. Cada vez más buscan innovar sustituyendo sus viejos productos por nuevos productos perfectamente adaptados a las evoluciones del mercado. Actualmente, se identifican segmentos particulares gracias a estudios apropiados cuyas conclusiones se presentan en el *pliego de condiciones de marketing*.

El análisis de funciones sólo puede ser llevado a cabo de forma válida si se siguen objetivos bien definidos y se tienen identificadas las necesidades del consumidor.

Cuando la empresa es subcontratante o cooperante los objetivos son establecidos por el que emite la orden. En general, un pliego de condiciones más o menos detallado acompaña a la solicitud. Es necesario también que la empresa defina cuáles son los elementos útiles para el estudio del nuevo producto. La mayoría de las veces un estudio de mercado.

Robert Tasinari considera tres metas principales que debe alcanzar el pliego de condiciones de marketing:

1. Explicar el acto de compra, es decir, las motivaciones del consumidor, que ayudaran a poder concluir si un producto será o no vendido.
2. Definir la distribución (venta) del producto. Es decir, como será vendido el producto
3. Evaluar la cantidad de producto vendido, es decir, intentar predecir cuantas unidades se venderán.

Para llevar a cabo todo esto, Marketing cuenta con diversas técnicas de estudio de mercado como pueden ser encuestas y sondeos, cuestionarios, entrevistas (a especialistas, organismos clave,..), tests (test de emplazamiento, test de producto, test de mercado, test de precio,..), estudios (estudio de clientela, estudio de imagen, estudio de comportamiento de la compra, estudio de la red de distribución,..),...

3.5. Análisis funcional

Los productos de consumo que nos rodean se han convertido en objetos complejos con un conjunto de características que proporcionan diferentes prestaciones. El servicio prestado exige una calidad funcional del producto, es decir, la capacidad de cumplir las funciones deseadas por el usuario.

El análisis funcional es una técnica que, como su nombre indica, consiste en el análisis de las funciones que debe desempeñar un sistema para cumplir una serie de metas. Es decir, permite identificar las funciones que llevara a cabo el sistema a diseñar, las ordena, jerarquiza y descompone en subfunciones, de forma que se pueda conseguir que el sistema se comporte según los objetivos para los que fue concebido. Se consigue así un esquema en el que se muestran las actividades que el sistema realiza pero no como las realiza.

Luego, el Análisis Funcional examina esas funciones analizadas como una respuesta a necesidades o problemas detectados en el consumidor. Es decir, estudia la relación de adecuación o finalización entre el producto y las necesidades y problemas del cliente.

Existen diversas metodologías y técnicas denominadas de Análisis Funcional para identificar las funciones del producto que se va a diseñar. Algunas de estas técnicas son: el Método Red, los Gráficos de Productos, el Método Fast.

Mediante estas técnicas de Análisis Funcional se consigue garantizar que, cuando a continuación se diseñan aquellos mecanismos y sistemas que puedan desempeñar las funciones ideadas, el producto no contenga ningún mecanismo innecesario que no cumpla una función concreta predefinida, y que ninguna función predefinida exista si no responde a una necesidad del usuario o de la empresa fabricante.

3.5.1. Método RED

RED es un método que permite identificar de forma exhaustiva y en un tiempo mínimo las funciones a cumplir por un producto.

Este método es apto para la búsqueda de funciones de la mayoría de productos, tanto objetos como procedimientos o servicio.

El método consiste en 6 fases de búsqueda de funciones. La suma de todas ellas hacen el total de funciones que debe cumplir el producto.

Las 6 fases son las siguientes:

1. Búsqueda intuitiva.
2. Estudio del ciclo vital y del entorno.
3. Análisis Secuencial de los Elementos Funcionales (ASEF).
4. Examen de movimientos y de las fuerzas.
5. Análisis de productos de referencia.
6. Uso de las normas y reglamentaciones.

3.5.1.1. Búsqueda intuitiva

Como indica su nombre este tipo de búsqueda utiliza la intuición a modo de brainstorming en las primeras sesiones de búsqueda y análisis.

La búsqueda intuitiva debe ser orientada con los siguientes pasos:

1. Repaso de objetivos, mediante la revisión del pliego de condiciones de marketing, ficha de trabajo u objetivos fijados por la empresa.
2. Examinación de documentación existente en la fase de información previa.
3. Búsqueda intuitiva de funciones, mencionando y anotando cada una de ellas.
4. Fase de crítica para eliminar las redundancias o funciones inútiles.
5. Formulación de una manera clara y precisa de las funciones encontradas.
6. Definición de las características. Es necesario buscar sus criterios, niveles y flexibilidades.

Estadísticamente está demostrado que la búsqueda intuitiva abarca el 50-60% de las funciones del producto. En un plazo corto de tiempo se toma consciencia de las principales funciones del producto y de esta manera se prepara mentalmente el camino para la aplicación del resto de fases del método RED.

3.5.1.2. Estudio del ciclo de vida y entorno

Ciclo vital

El ciclo vital de un producto comienza desde el momento en el que el producto nace industrialmente hasta el momento en el que deja de ser apto para su uso o para su destrucción en otros casos.

Por lo general para los productos de gran consumo aparece la siguiente secuencia de fases:

- Salida de la cadena de fabricación
- Embalaje
- Almacenaje
- Transporte
- Almacenaje en distribuidor
- Transporte
- Almacenaje en el vendedor
- Exposición
- Compra
- Entrega o transporte
- Desembalaje
- Instalación
- Utilización
- Conservación
- Utilización
- Fin de vida
- Destrucción o reciclaje

El estudio de las diferentes fases de la vida del producto es esencial para el análisis funcional. Muchas de las funciones del producto dependerán de estas fases. Como por ejemplo:

- Almacenaje: resistir esfuerzos de almacenamiento, resistir oxidación,...
- Transporte: resistir vibraciones, resistir al ambiente,...
- Conservación: permitir el acceso a sus componentes más susceptibles de fallo, ser reemplazables por material estandarizado,...

Además el estudio del ciclo vital puede evidenciar los efectos contraproducentes de la climatología cuando el producto va ser utilizado en diferentes partes de globo (zona tropical, zona marina, región húmeda,...).

Cuando el producto va ser montado dentro de otro sistema es necesario también tener en cuenta las fases de adaptación, montaje o fijación, entre otras.

Entorno

El entorno es todas aquellas situaciones, factores y elementos que rodea al producto. El producto jamás es independiente a su entorno, sino que por lo general el producto debe adaptarse a él. Por eso es importante identificar la relación existente entre el producto y su entorno.

En general el producto puede estar fijo en un entorno móvil. O, al contrario, el producto puede ser móvil en un entorno fijo. A su vez tanto el producto como el entorno pueden ser ambos móviles.

Hace falta distinguir además el carácter ocasional, habitual o excepcional de algunas situaciones de uso a la hora de considerar el entorno.

La mayoría de los productos deben satisfacer las situaciones habituales y ocasionales. Dependiendo de la naturaleza del producto (por ejemplo para productos de seguridad) y del coste asumible del producto, se considerarán también las situaciones excepcionales.

Los elementos que componen el entorno pueden pertenecer a las siguientes naturalezas descritas:

- Las personas.
 - Los elementos físicos: Objetos de todo tipo, componentes de sistemas, corriente eléctrica, fuentes de calor,...
- Las relaciones entre los elementos físicos y el producto pueden ser de diferentes tipos: contacto permanente, contacto intermitente, contacto ocasional, variación térmica, transformación química, influencia electromagnética, etcétera.
- Los elementos inmateriales: reglamentos, normas, tendencias, moda, etcétera.

Cuando el producto es hueco hay que tener en cuenta también los elementos internos. Por ejemplo en el caso de un autobús, los elementos internos serían:

- Pasajeros
- Vandalismo

- Personal de mantenimiento
- Alumbrado
- Atmósfera interior

El ambiente o entorno exterior está compuesto también por diferentes elementos que se deben identificar:

- Temperatura
- Presión atmosférica
- Depresión
- Rocío
- Brisa marina
- Lluvia, suave o intensa
- Oleaje
- Granizo
- Nieve
- Escarcha
- Hielo
- Humos
- Vientos, suaves o fuertes
- Tempestad
- Partículas en suspensión
- Arena
- Polvo
- Olores
- Bacterias
- Infrasonidos
- Ultrasonidos
- Vibraciones
- Productos químicos
- Sol
- Rayos X
- Ondas electromagnéticas
- Insectos
- Etc.

Una vez encontrados todos los elementos del entorno debemos de buscar las funciones relacionadas con la adaptación del producto al entorno o de sus interacciones. Por ello podemos encontrar dos tipos de funciones:

- Funciones resultantes de la adaptación del producto a un elemento y viceversa
- Funciones resultantes de la interacción entre dos ó más elementos a través del producto.

El hecho de un elemento no identificado del entorno significa una función no identificada, por tanto una solución no estudiada, lo que conlleva a una necesidad no satisfecha.

3.5.1.3. Análisis secuencia de elementos funcionales

El análisis secuencial de elementos funcionales pretende buscar las funciones de un producto por medio del estudio de las secuencias de su ciclo de uso y vital.

El análisis secuencial consiste en identificar todas las operaciones que tienen una relación directa con el uso del producto y buscar para cada una de ellas las funciones que se relacionan. Se trata de ponerse en el sitio del usuario, teniendo en cuenta el entorno previamente definido, y buscar cuáles son las funciones a cumplir durante ese periodo.

Para ello se establecen las secuencias involucradas en el uso del producto y se buscan las funciones de cada una de ellas. Una vez identificadas y caracterizadas se añadirán al pliego de condiciones.

3.5.1.4. Examen de los movimientos y de los esfuerzos

Las funciones que resultan de este tipo de análisis son por lo general funciones técnicas. El análisis, como en el resto de fases, debe tener siempre en cuenta el ciclo de vida y el entorno.

Cuando el producto es ya existente se deben identificar como son los diferentes elementos según la siguiente clasificación:

- Generador: origen de movimiento o fuerza (Ej. Motor)
- Transmisor: sirve de relevo a una fuerza o movimiento (Ej. Árbol de levas)
- Transformador: reductor o amplificador de movimiento o fuerza (Ej. Transformador eléctrico)
- Receptor: recibe o contiene un movimiento o fuerza (Ej. Tope de retención. Fijación)
- Interruptor: detiene movimiento o fuerza (Ej. Fusible. Cerrojo)

Para una más fácil identificación de las funciones es requerida una caracterización de los movimientos:

- Género: circular, longitudinal, aleatorio,...
- Amplitud: longitud, altura,...
- Encadenamiento: simultáneo, secuencial, continuo, alterno,...
- Ciclo: duración de secuencia
- Temporización: anticipación, desfase, retraso,...

Así mismo, se deben caracterizar los esfuerzos:

- Acción
- Interacción
- Reacción

Este análisis nos permite entonces identificar las funciones del producto, que podrán ser catalogadas como funciones de tipo activo y funciones de tipo pasivo.

Ej. Función activa: garantizar el giro.

Ej. Función pasiva: reaccionar al torque o momento.

Estas funciones son de tipo habitual u ocasional, y en determinados casos excepcionales.

Se deben tener en cuenta también a quién aplican los esfuerzos o momentos:

- Movimiento y esfuerzos conciernen al conjunto del producto.
- Conciernen sólo a parte del producto.
- El origen del movimiento y esfuerzos es intrínseco al producto.
- El origen es externo.

Una vez identificadas y caracterizadas se añadirán al pliego de condiciones.

3.5.1.5. Análisis de productos de referencia

El análisis de productos existentes nos ayuda a identificar funciones que nos han sido consideradas en actividades previas, para poder así integrarlas en nuestro propio pliego de condiciones o requerimientos funcionales.

Tanto si el producto objeto de diseño es inédito o es un producto ya desarrollado, el análisis de productos de referencias o que tengan funcionalidades similares nos ayuda a matizar o completar las propias funciones halladas anteriormente.

3.5.1.6. Uso de normas y reglamentación

Con frecuencia, los productos de consumo se ven afectados por leyes y normas de debido cumplimiento, por lo general en temas de seguridad y protección y en temas medioambientales.

Es necesario tener en cuenta todas estas normas a la hora y analizar por cuales de ellas puede estar afectado nuestro producto. De esta manera se pueden identificar nuevas funciones y criterios que deberemos integrar en nuestro pliego de condiciones o requerimientos funcionales

3.5.2. Pliego de Condiciones Funcional (PCF)

El pliego de condiciones funcional no impone ninguna solución; es simplemente la expresión funcional de la necesidad. Da forma al análisis; expresa la necesidad en términos de resultado sin aludir a las soluciones, con el fin de dejar una gran libertad a los diseñadores, cuyo trabajo consiste precisamente en encontrar las soluciones necesarias para la obtención de la mejor relación calidad/coste.

El PCF es un documento que manifiesta la necesidad en término de funciones detalladas y caracterizadas. Es el documento de trabajo y de referencia del departamento de proyectos. Poco importan las soluciones que se adopten, ya que el PCF no cambiara por esto. Solo se puede modificar el PCF si se modifica la necesidad y, en consecuencia, la ficha de programa.

Las principales ventajas del PCF son las siguientes:

- Precisar la necesidad
- Expresar la solicitud
- Facilitar la innovación por falta de soluciones impuestas

- Constituir una referencia entre interlocutores
- Suministrar un marco de respuesta para una licitación
- Servir de base para el establecimiento dem pliego de condiciones general
- Facilitar la redacción de una solicitud de patente

3.6. Diseño conceptual

El diseño conceptual consiste en plasmar todas las funciones y requerimientos técnicos en una solución de concepto basada en el campo físico, químico, geométrico, descontextualizándolo de sus características tecnológicas.

En otras palabras, el diseño conceptual trata de dar una respuesta conceptual a un problema planteado y definido por todas las especificaciones y requerimientos funcionales que anteriormente hemos identificado y analizado por medio del análisis funcional del producto.

El diseño conceptual genera diferentes conceptos del producto a partir de toda la información disponible y de la creatividad del equipo de diseño.

Esta fase conlleva a la descomposición la solución de diseño complejo en diferentes problemas o soluciones más sencillas. Se generan pues una serie de alternativas para su posterior elección.

La fase de diseño de concepto termina con la selección de la propuesta más acorde a las limitaciones y objetivos marcados. Esta fase analítica y altamente creativa es muy importante y se debería emplear suficiente tiempo en ella.

Una mala definición conceptual nos llevará a variar continuamente nuestro desarrollo de producto y probablemente a un producto final inadecuado.

3.7. Diseño preliminar

3.7.1. Introducción

El diseño preliminar es la fase del diseño, posterior a la fase de diseño conceptual que hemos visto, en la que se pretende mapear el diseño conceptual en el dominio de la tecnología, materiales y procesos de una manera global y provisional.

No solo se refiere al campo tecnológico, mecánico, eléctrico o electrónico sino que también a otros aspectos del diseño industrial como la estética, forma, ergonomía, medioambiente, etc.

El diseño preliminar supone el grueso de las actividades de diseño. Ya que es en ella en la se que realizan todas las actividades mas importantes para definir y analizar todas las soluciones con las que contara el futuro diseño del producto.

Por lo que en esta fase se hace necesario desarrollar desde una perspectiva tecnológica y de diseño industrial:

3.7.2 Un análisis de Ingeniería Inversa

El objetivo de la ingeniería inversa es obtener información a partir de un producto accesible al público, con el fin de determinar de qué está hecho, qué lo hace funcionar y cómo fue fabricado.

Con el análisis de Ingeniería Inversa, en el diseño preliminar se pretende obtener un perfil de los productos líderes en los distintos atributos tecnológicos y de diseño industrial para productos similares.

3.7.3 Uso de herramientas CAD para creación de modelos 2D y 3D

Las herramientas de CAD son herramientas de asistencia al diseño y nos sirven como método de visualización y representación de las soluciones de diseño.

Esta herramienta nos permiten plasmar las soluciones de diseño con unas dimensiones aproximadas y variar después las mismas conforme el se va concretando el diseño final.

Un sistema CAD (Computer Aided Design) es un conjunto integrado: Máquina-Ordenador y Periféricos-Programas.

El modelo CAD generado es una representación matemática de una forma geométrica almacenada en la memoria del sistema CAD en forma de algoritmos.

Las técnicas de CAD (Computer Aided Design) nos proporcionan:

-Un modelado geométrico, 2D/3D tanto alámbrico, superficial y sólido, paramétrico y variacional.

- Dibujo técnico de todo tipo de planos
- Técnicas de renderización de luz, color, texturas, etc...siempre y cuando sea necesario o como ayuda visual.
- Animaciones y movimientos virtuales
- Base de datos graficas y de propiedades tecnológicas como pueden ser los materiales, tolerancias dimensionales, geométricas, acabados superficiales, etc....
- Soporte al diseño estético

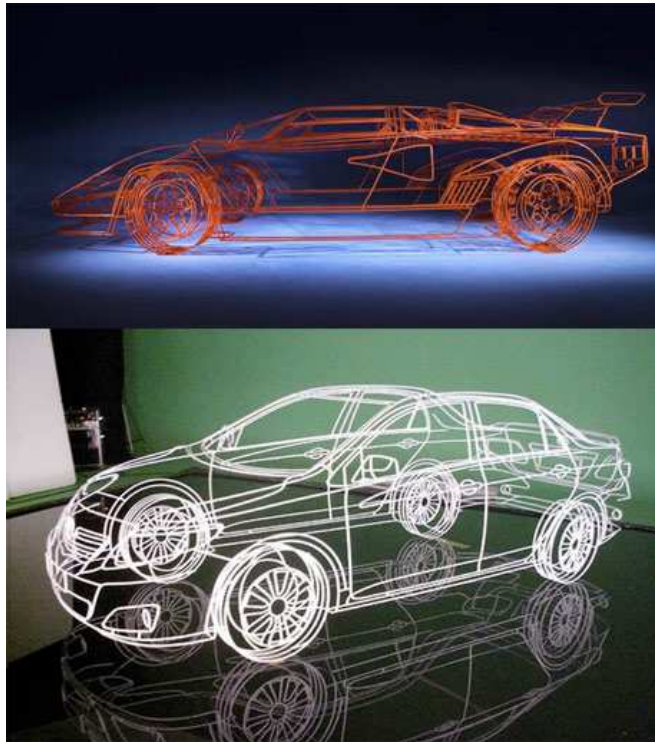


Fig 1. Ejemplo de modelo wireframe

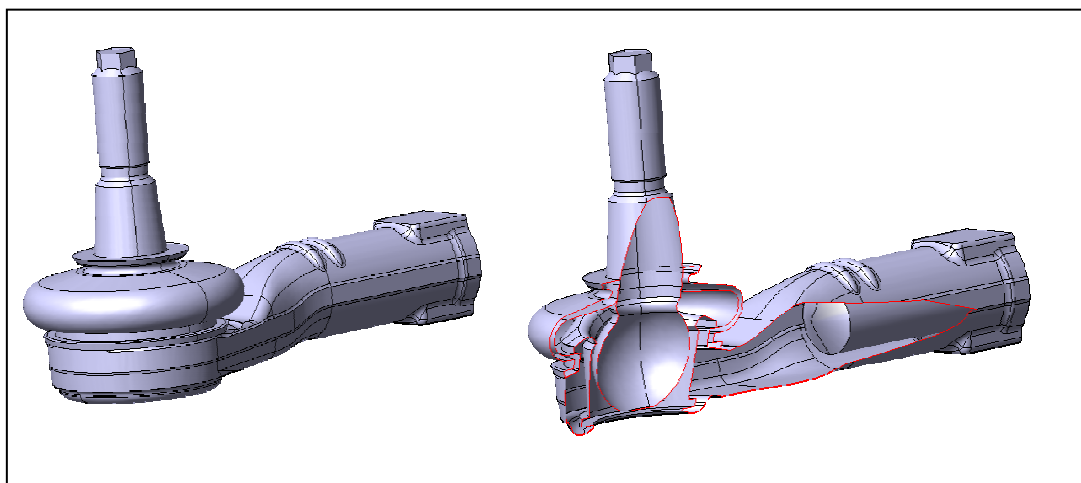


Fig 2. Ejemplo de modelado de superficies.

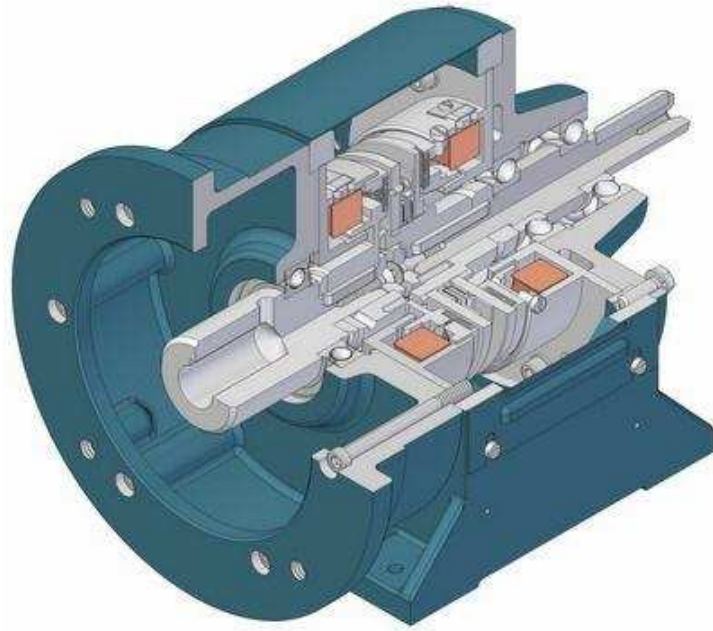


Fig 3. Ejemplo de modelo 3D

3.7.4 Diseño tecnológico preliminar

En esta fase se elaboran y desarrollan distintas alternativas soluciones del diseño conceptual en el terreno tecnológico.

En función de las diferentes soluciones técnicas la dirección ira tomando una estructura u otra, que determinara también al diseño o concepción de los diferentes componentes.

La fase de diseño tecnológico supone una fase de diseño puro, en el que hay que definir, calcular y dimensionar las piezas, que integradas en un determinado sistema, permiten el funcionamiento del conjunto.

Se debe determinar los distintos subsistemas, de manera que puedan abordarse los problemas específicos de diseño de cada de un modo independiente.

Como hemos mencionado, el uso de herramientas CAD facilitan el trabajo a la hora de plasmar y caracterizar las soluciones técnicas. Mediante modelos informáticos, mas adelante, podemos verificar el movimiento de las piezas y si existen interferencias, e incluso analizar la respuesta ante distintas cargas.

La complejidad de este tipo de estudios va en concordancia con la complejidad del propio producto motivo del diseño.

Las soluciones de diseño tecnológico preliminar y sus componentes deben definirse de manera que aquellas funciones determinadas por otros estudios puedan ser realizadas cumpliendo las especificaciones.

3.7.5 Elaborar diseño preliminar ergonómico, estético y medioambiental.

Además del diseño tecnológico puro, al diseño global del producto se le debe sumar también la parte de diseño industrial ergonómico, estético y medioambiental en la medida que le ataña.

Diseño Estético:

El diseño estético se centra en hacer que el producto tenga una buena apariencia física y de transmitir una determinada impresión o sentimiento en el consumidor al que esta destinado.

Obviamente el diseño estético no será tan importante en el sistema de iluminación de un frigorífico industrial como en un frasco de perfume, pero sin embargo es un factor que en cierta medida también habrá que considerar.

Por poner un ejemplo, el granallado que se aplica en los componentes de fundición no aporta ninguna característica o función importante a parte del factor estético que se le quiera dar a la pieza.

Su aplicación es, por normal general, para ocultar las posibles sombras o aguas que pueden aparecer en la superficie de la pieza de fundición y que dan una impresión de suciedad de fundición, por ello el granallado aporta un mejor aspecto a la pieza final.

Diseño ergonómico:

Todo nuestro entorno está diseñado a partir de las necesidades del hombre, acorde a sus dimensiones y posibilidades. El tamaño y las relaciones dimensionales del cuerpo son factores principales a tener en cuenta para adaptar ergonómicamente al ser humano con las máquinas y el medio.

El diseño ergonómico es la actividad interdisciplinaria que estudia los requerimientos humanos que deben ser tenidos en cuenta para lograr el óptimo funcionamiento de un producto. El desarrollo ergonómico permitirá decidir el diseño correcto de lo distintos componentes del producto desde el punto de vista antropométrico y biomecánico, por lo cual es un punto clave en esta fase del diseño

Los factores humanos no sólo condicionan y determinan la forma, sino también la operatividad del objeto. Por ellos se deben estudiar los aspectos anatómicos, fisiológicos y psicológicos, si aplican, del ser humano en su medio de trabajo, con el objeto de mejorar su seguridad, salud, confort y eficiencia, aplicando el principio de adaptar el trabajo y las máquinas al hombre.

El diseño ergonómico es una actividad interdisciplinaria, ya que intervienen diferentes profesionales. Por un lado están aquellos que producen información propia de los factores humanos: psicólogos, sociólogos, antropólogos, biólogos, fisiólogos; y por el otro, se encuentran los aplicadores de los datos y principios de los factores humanos, tales como ingenieros, diseñadores industriales, etc.

Ejemplos de aplicación directa de diseño ergonómico en el sistema de iluminación del mueble frigorífico son:

- Evitar bordes afilados o salientes que pudieran lesionar a las personas que manipulen el conjunto de piezas que forman este sistema de iluminación.
- Morfología adecuada para su manipulación.
- Peso del sistema que va a ser manipulado por personal de montaje o mantenimiento.
- Localización de sus partes, componentes o zonas que deben ser accesibles en su uso, mantenimiento o manipulación.

Diseño medioambiental:

El respeto al medio ambiente es un elemento fundamental en el diseño del producto y su proceso de fabricación. Aparte del beneficio que supone evitar la emisión de contaminantes, es factor fundamental desde el punto de vista competitivo.

Las personas toman conciencia del respeto a su entorno y se deciden a comprar este tipo de productos que no perjudiquen al medioambiente, considerándolo como un valor añadido a la compra del objeto, frente a otras alternativas de compra.

El diseño medioambiental busca el diseño correcto para implementar los requerimientos funcionales medioambientales así como la prevención de riesgos de accidentes o de salud, teniendo como perspectiva todo el ciclo de vida del producto.

En esta fase se debe estudiar los elementos que se consumen y las emisiones en todo el ciclo de vida del producto,

Se lleva a cabo un estudio ambiental del producto por análisis del ciclo de vida. Se procede a realizar un estudio de los productos industriales que se adapten a la fabricación con el mínimo de emisiones, para ello se estudian los consumos eléctricos del proceso productivo, al igual que las emisiones perjudiciales de COx, NOx, SOx, metales pesados, etc. También se comprueban los vertidos al agua para conocer los contaminantes que producimos y finalmente los residuos sólidos, tanto tóxicos peligrosos, residuos inertes o residuos asimilables.

Todos estos valores se deben contrastar con las correspondientes normas y leyes vigentes al respecto.

También se debe tener en cuenta los materiales que van a ser utilizados, favoreciendo la reutilización diseñando piezas para ello y planteando formulas para el menor consumo de recursos, como es no utilizar demasiados materiales diferentes, emplear materiales reciclados o reciclables, etc.

3.7.6 Diseño de seguridad. Análisis modal de fallos y efectos.

Dentro de las técnicas de diseño de seguridad podemos encontrar enfoques tan diversos como el diseño contra el vandalismo, diseños para la seguridad del producto, diseños para la seguridad de personas, medioambiente o entorno.

En cuanto a la seguridad cabe mencionar los siguientes conceptos:

- Seguridad, como cualidad de un sistema o producto, que determina el nivel de certeza de que no se produzcan daños posibles

- Fallo, como la incapacitación de un producto para realizar sus funciones dentro de unos límites definidos de actuación
- Tipos de fallo son los modos en que se presenta el fallo o pérdida de funcionalidad. Pueden ser catastróficos si son fallos de pérdida de funcionalidad súbita, o pueden ser no catastróficos si la pérdida de funcionalidad es progresiva.
- El modo de fallo es la forma en que el fallo se manifiesta en un producto, en atención a sus propiedades, atributos, elementos, principios físicos, materiales, etc.
- El mecanismo de fallo se corresponde a la explicación del modo de fallo desde principios más básicos.

La eliminación de los modos de fallos potenciales tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa ahorros de los costos de reparaciones, las pruebas repetitivas y el tiempo de paro. El beneficio a largo plazo es mucho más difícil medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con su percepción de la calidad; esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.

Una de las herramientas que ayuda al diseño de seguridad es el método AMFE, o también llamado Análisis Modal de Fallos y Efectos. Este método generalmente es utilizado por las industrias automotrices, y es aplicable para la detección y bloqueo de las causas de fallos potenciales en productos y procesos de cualquier clase de empresa, ya sea que estos se encuentren en operación o en fase de proyecto; así como también es aplicable para sistemas administrativos y de servicios.

Por lo tanto, el AMFE puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

- Reconocer y evaluar los modos de fallos potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto
- Determinar los efectos de los fallos potenciales en el desempeño del sistema
- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra el fallo potencial
- Analizar la confiabilidad del sistema
- Documentar el proceso

Por otro lado, el AMFE apoya y refuerza el proceso de diseño ya que:

- Ayuda en la selección de alternativas durante el diseño
- Incrementa la probabilidad de que los modos de fallos potenciales y sus efectos sobre la operación del sistema sean considerados durante el diseño
- Proporciona una información adicional para ayudar en la planeación de programas de pruebas concienzudos y eficientes
- Desarrolla una lista de modos de fallos potenciales, clasificados conforme a su probable efecto sobre el cliente
- Proporciona un formato documentado abierto para recomendar acciones que reduzcan el riesgo para hacer el seguimiento de ellas
- Detecta fallos en donde son necesarias características de auto corrección o de leve

protección

- Identifica los modos de fallos conocidos y potenciales que de otra manera podrían pasar desapercibidos
- Detecta fallos primarias, pero a menudo mínimas, que pueden causar ciertas fallos secundarias
- Proporciona un punto de vista fresco en la comprensión de las funciones de un sistema
- Requerimientos Del AMFE

Para hacer un AMFE se requiere lo siguiente:

- Un equipo de personas con el compromiso de mejorar la capacidad de diseño para satisfacer las necesidades del cliente.
- Diagramas esquemáticos y de bloque de cada nivel del sistema, desde subconjuntos hasta el sistema completo.
- Especificaciones de los componentes, lista de piezas y datos del diseño.
- Especificaciones funcionales de módulos, subconjuntos, etc.
- Requerimientos de manufactura y detalles de los procesos que se van a utilizar.

La forma más habitual de representar y registrar un AMFE es con tablas similares a la que se observa abajo.

DESCRIPCIÓN O NÚMERO DE EQUIPO	FUNCIÓN DE LA OPERACIÓN	FALLA POTENCIAL			CONTROLES ACTUALES	EVALUACION				AJUSTE	EVALUACION				AFINACION
		MODO DE LA FALLA	EFECTO DE LA FALLA	CAUSA DE LA FALLA		O	S	D	IPR		O	S	D	IPR	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO O SUBENSAMBLE QUE SEA ANALIZA	FUNCIÓN Y OPERACIÓN DEL COMPONENTE O EQUIPO QUE SE HA DE ANALIZAR	DESCRIBIR CADA UNA DE LAS POSIBLES FALLAS	DESCRIBIR LOS EFECTOS DE LAS FALLAS	ENUMERAR TODAS LAS POSIBLES CAUSAS DE CADA MODO DE FALLA.	ENUMERAR LOS CONTROLES QUE PREVIENEN CADA MODO DE FALLA	O	S	D	R	ACCIÓN CONTINGENTE.	O	S	D		ACCIÓN CONTINGENTE.
						C	E	E	I	ACCIÓN PREVENTIVA.	C	E	E		ACCIÓN PREVENTIVA.
						U	V	T	E	ACCIÓN CORRECTIVA.	U	V	T		ACCIÓN CORRECTIVA.
						R	E	E	S		R	E	E		
						R	R	C	G		R	R	C		
						E	I	C	O		E	I	C		
						C	D	I			C	D	I		
						I	A	Ó			I	A	Ó		
						A	D	N			A	D	N		

DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE. O subconjunto que se ha de analizar.

FUNCIÓN DE LA OPERACIÓN DEL COMPONENTE O SISTEMA. Que se ha de analizar.

MODO DE FALLO. Describir cada uno de los posibles modos de fallo que pudieran ocasionar las variables del trabajo del equipo o componente.

EFECTO DE LA FALLO. Describir el efecto de fallo lo más específico posible, aún suponiendo que ocurriera, o la manera en que el usuario podría notarlo.

CAUSA DE LA FALLO. Enumerar las posibles causas de cada modo de fallo que las variables de la operación podrían ocasionar.

CONTROLES ACTUALES. Enumerar todos los controles que estén destinados para prevenir o detectar las causas o modos de fallo. O ninguno si no existe control.

OCURRENCIA. Se refiere a la probabilidad de que la fallo ocurra considerando únicamente los controles existentes para prevenir la ocurrencia de la causa de la fallo, calificando del 1 al 10 según la posibilidad que se estime.

SEVERIDAD. Es el factor que representa la gravedad de los efectos del fallo después de que ha ocurrido.

Como la severidad se basa únicamente sobre el efecto de la fallo, todas las causas potenciales de fallo para un mismo efecto reciben la misma puntuación. El grado de severidad se estima del 1 al 10.

DETECCIÓN. La probabilidad de detectar el efecto causado por la falla antes de que ésta llegue a presentarse en forma definitiva, para determinar esta probabilidad se usa una escala del 1 al 10.

En el caso de que la detección se pueda realizar, pero la fallo no es posible corregirle por falta de controles que la prevengan su calificación se estimará alta.

I-P.R. (Índice de prioridad de riesgo). Para todas las causas de fallo.

(I.P.R. = Ocurrencia. Severidad. Detección).

Si el resultado obtenido en el IPR es mayor que 100 hacer los ajustes que se requieran para bajar la puntuación en: Ocurrencia, severidad, detección.

REEVALUACIÓN. Después de realizar los ajustes, aplicar nueva puntuación en ocurrencia, severidad, detección. Para un nuevo IPR, menor o cercano a 100.

AFINACIÓN. Realizar el refinamiento que se requiera para llevar el equipo, sub-ensamble o componente a ser de ALTA CONFIABILIDAD

Con la información obtenida en los campos 3, 4, 5, y 6, hacer la medición para la evaluación.

Ocurrencia.

Se refiere a la probabilidad de que el fallo ocurra, considerando para ello únicamente los controles existentes para prevenir la ocurrencia de las causas, calificando del 1 al 10 según la posibilidad que se estime. Si es posible de que ocurra la calificación será alta y si los controles evitan su ocurrencia la calificación será baja.

Severidad.

Es el factor que representa la gravedad de los efectos del fallo después de que ha ocurrido, cómo podrá ocurrir o cómo se observará. Como la severidad se basa únicamente en el efecto del fallo, todas las causas del fallo correlacionadas para un mismo efecto reciben la misma puntuación (del 1 al 10).

Detección.

Es la probabilidad de detectar el efecto del fallo antes de que esta llegue a presentarse en forma definitiva. Si los controles existentes pueden detectar el fallo pero estos no actúan o han sido desajustados de sus parámetros de control o su diseño no es el adecuado, la detección

será nula y su puntuación será alta. Esta puede ser mejorada si los controles se verifican en su funcionalidad, es decir la evaluación puede dar las soluciones con la verificación de los valores vs. Parámetros, variables de operación o tolerancias (puntuación del 1 al 10).

Índice de Prioridad de Riesgo. (IPR para todas las causas de fallo).
La obtención es, a través de multiplicar los valores de: Ocurrencia, severidad y detección.
Si el resultado obtenido en el IPR es mayor a 100 entonces hacer los ajustes que se requieran para bajar la puntuación en ocurrencia, severidad y detección.

3.7.7 Diseño del ensamblaje

Ha de considerarse también en esta fase de diseño preliminar un factor que es muy importante, el diseño del embalaje o DFA – Design for Assembly.

El método DFA consiste en diseñar piezas de modo que su forma, manejo y ubicación ofrezca la menor resistencia a la hora de su manipulación en el montaje o ensamblaje.

Las recomendaciones de este método van orientadas al fácil y rápido ensamblaje de los componentes, a la rápida y fácil orientación, así como a la alineación de las piezas en las partes del producto. Ello se facilitará con la estandarización de elementos, lo cual supone un ahorro en piezas diferentes y una mayor facilidad a la hora de automatizar el proceso de montaje.

Algunas de las recomendaciones de este método son:

- Minimizar partes por diseño modular
- Diseñar piezas autoalineables
- Utilizar ranuras y solapas en lugar de usar tornillos, en la medida de lo posible
- Favorecer la inserción vertical y reducir los planos de trabajo
- Minimizar el uso de cables
- Diseñar elementos simétricos siempre que sea posible
- Favorecer la estabilidad de las piezas en la mesa de trabajo.

3.7.8 Establecimiento provisional de materiales.

La selección del material apropiado para un producto y sus componentes es un paso clave en el proceso de diseño preliminar. Supone la traducción del modelo dibujado a una realidad física con propiedades determinadas.

Desde el momento en el que se deciden los materiales de todos los componentes, es posible conocer con exactitud, y no ya de modo aproximado, propiedades como el peso y la resistencia.

La cuestión no es solo elegir un material que realice la función para dotar al producto o componente de las funciones requeridas, sino que además hay que tener en cuenta criterios de coste y fabricación. La complejidad de este problema se puede apreciar cuando se sabe que

existen cerca de 40.000 aleaciones metálicas empleadas en la actualidad, por no hablar de las miles de variaciones de materiales plásticos y sintéticos.

Por conveniencia la mayoría de los materiales de la ingeniería están divididos en tres grupos principales: materiales metálicos, poliméricos, y cerámicos

Muchas veces la selección del material se limita a seleccionar entre unos pocos, y para muchos componentes estará definido de antemano, principalmente por motivos productivos o por requerimiento del cliente. En el caso de desarrollo de nuevos productos, la selección del material puede ser incluso mucho más compleja.

Las prioridades para elegir un material son las siguientes:

- Las características mecánicas del material, en aquellas aplicaciones en las que son críticas
- Minimizar el coste
- Alguna característica específica para aplicaciones concretas (como puede ser minimizar el peso en materiales para la automoción, o especial resistencias a la temperatura para componentes muy próximos a focos de alto calor)

El proceso de selección sería el siguiente:

- Análisis de los requisitos del material y las condiciones de servicio provenientes del entorno del producto y de los requerimientos funcionales.
- Evaluación de los diferentes materiales a escoger
- Selección del material en función de criterios funcionales, estéticos, de fabricación, medioambientales, económicos, etc.
- Obtención de datos de diseño y simulación del comportamiento del material elegido en condiciones reales de trabajo como veremos más adelante en el apartado de modelos y simulación.

3.7.9 Análisis de Fiabilidad y mantenibilidad

Durante el diseño preliminar es necesario encontrar soluciones que cumplan las especificaciones de aptitud funcional del producto en el tiempo.

La aptitud funcional de un producto en el tiempo se expresa de distintas formas en el pliego de características funcionales. La manera más utilizada es hacerlo con términos de disponibilidad, reparabilidad o mantenibilidad y la fiabilidad

La disponibilidad nos habla de la aptitud del producto a satisfacer los estados de trabajo del producto para los que debe estar diseñado a lo largo de tiempo, como es el tiempo de estado operativo y no operativo de una o varias determinadas funciones.

La mantenibilidad hace referencia a la aptitud del producto para ser reparado.

La fiabilidad es la aptitud del producto para que se mantenga en funcionamiento o mantenga su aptitud funcional, en unas condiciones dadas al cabo de un tiempo desde su puesta en marcha.

3.7.10 Generación de prototipos para valorar aspectos estéticos, ergonómicos y funcionales de las alternativas de diseño preliminares

En algunos momentos del proceso del diseño, la única manera de verificar ciertas características de un producto es materializándolo. Tradicionalmente se han empleado maquetas de espuma, arcilla, madera... para realizar estudios conceptuales volumétricos, de forma, estéticos.

El uso de prototipos nos ayudara a validar aspectos estéticos, ergonómicos y funcionales de las diferentes alternativas que surgen durante la etapa del diseño preliminar. Su principal propósito es obtener y validar los requerimientos esenciales, manteniendo abiertas las opciones de implementación.

Los prototipos físicos permiten evaluar sobre los modelos físicos distintos atributos estéticos como son: formas, volumen, proporciones, textura y color.

Permiten también hacer comprobaciones dimensionales, de interferencias, encajes, verificaciones de volúmenes interiores, en el movimiento de un mecanismo y sus tolerancias o limitaciones.

Los llamados prototipos funcionales son prototipos físicos cuyo fin es comprobar que un mecanismo realizan los desplazamientos previstos, verifica la fiabilidad del montaje y las tolerancias del producto u otras propiedades tecnológicas.

El prototipo es un término que se refiere a un modelo del producto realizado con medios de fabricación primarios o no definitivos. Se trata de tiradas muy pequeñas que no justifican emplear los medios de producción en serie, y su objetivo es fundamentalmente hacer verificación del diseño.

No obstante, al producir un prototipo hay que acercarse lo más posible a las formas definitivas del producto, de manera que los datos que se obtengan en los ensayos sean aplicables al producto real

Estos prototipos físicos son analizados y en función de los resultados obtenidos pueden generarse modificaciones sobre el diseño, el cual una vez actualizado se tomara de base para la construcción del próximo prototipo, que de nuevo será ensayado.

Para la realización de estos prototipos suelen usarse técnicas de prototipado rápido creando prototipos con materiales como resinas, plásticos, metales que simularán las características del diseño que representan.

Pero también debemos realizar otros prototipos experimentales con los que evaluar la integridad de las características funcional o de otro tipo ante determinadas condiciones que

representan su entorno de trabajo simuladas mediante ensayos de envejecimiento, climáticos de sollicitaciones de tipo mecanico, eléctrico, químico. Dependiendo del tipo de problema y de los materiales finales estos prototipos son físicos y/o virtuales.

Es necesario realizar pues una serie de ensayos que simulen el entorno del producto y en los que podamos comprobar el perfecto funcionamiento y cumplimiento de los requerimientos a los que esta sometido el producto y/o cualquier de sus componentes.

A continuación se muestran las técnicas de prototipado mas usadas:

- Prototipado rápido
- Prototipos conceptuales
- Prototipos formales
- Prototipos funcionales

3.7.11 Modelado y simulación de los diseño preliminares.

La técnica de simulación es desde hace mucho tiempo una herramienta importante para el diseño.

Es un proceso necesario en la fase diseño preliminar en el cual diseñamos un modelo de un sistema real y con el que llevamos a cabo una serie experiencias con el con la finalidad de aprender sobre el comportamiento del sistema o la de evaluar diversas estrategias para lograr el funcionamiento deseado del sistema.

Dentro de las técnicas de simulación, las 3 más comunes son en el ámbito del diseño industrial son:

A) Modelos matemáticos:

La tecnología, mecánica, electrónica, óptica, etc. proveen gran variedad de modelos de funcionamiento de sistemas técnicos que permiten dar forma a las ideas de diseño y predecir las propiedades de los sistemas diseñados.

B) Método de elementos finitos:

El método de elementos finitos es un método numérico de resolución de ecuaciones diferenciales. Para ello trabaja discretizando la estructura en elementos de forma variada (pueden ser superficies, volúmenes y barras), que se conectan entre sí mediante “nodos”. Se parte del cálculo matricial en el planteamiento del equilibrio en los nodos mediante un sistema de ecuaciones resultado de la contribución de los elementos

Uso de modelos matemáticos

Ninguna de estas definiciones de simulación incluye todos requisitos fundamentales de esta, como son, el uso de los modelos matemáticos, ordenadores o los procesos estadístico.

En ciencias aplicadas un Modelo matemático es uno de los tipos de modelos científicos, que emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y relaciones entre variables y/o entidades u operaciones, para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad.

La definición más general y amplia de simulación es por tanto: una técnica cuantitativa que utiliza un modelo matemático computarizado para representar el diseño realizado bajo condiciones de incertidumbre, con objeto de evaluar acciones sobre el diseño con base en hechos y suposiciones.

Una de las herramientas más habituales para la simulación y análisis de modelos matemáticos es el software MatLab.

Método de elementos finitos

El método de elementos finitos (MEF en castellano o FEM en inglés) consiste en un modelo informático del material o diseño que es tensado y analizado para conseguir resultados específicos. Se caracteriza por discretizar los elementos en formas básicas (como barras, superficies o volúmenes) y unidos por puntos llamados nodos.

Ya que el modelo es estructural, puede tener cientos de elementos, sería muy laborioso llegar a la solución del problema, de tal modo que el MEF solo sería posible si se cuenta con herramientas de cómputo de tipo CAE como pueden ser CATIA, ProEngineering o ProMechanica:

3.7.12 Análisis de Valor

El análisis de valor es un método que pretende mejorar el valor de un producto o proceso mediante el análisis de los componentes que lo integran, sus funciones y los costes asociados a cada uno. El objetivo final es el de reducir el coste del producto sin mermar su funcionalidad. Para ser más precisos, pretende mejorar la relación función/coste, lo cual puede conseguirse actuando sobre cualquiera de los operandos.

Desde el punto de vista del análisis de valor esta relación se entiende como una relación entre los beneficios que aporta un determinado producto frente a los costos que supone. En realidad, el consumidor no demanda en realidad un determinado producto, sino la satisfacción de una necesidad. El producto no es sino el medio de cubrir dicha necesidad. El desarrollar funciones adecuadas a las necesidades a un coste menor supone diseñar productos de mayor valor (igual función a menor coste).

El análisis de valor es una herramienta que permite mejorar el rendimiento económico mediante la reducción de los costes no justificados por una necesidad. Da como resultado soluciones de compromiso entre la rentabilidad de la empresa y el nivel de satisfacción del usuario.

El análisis de valor puede emplearse para analizar un producto o proceso, con el fin de determinar el valor real de cada componente o en la etapa de diseño de detalle, para intentar recortar costes, determinando los componentes que se pueden optimizar. Hay que tener en cuenta que para llevar a cabo este análisis es necesario conocer los costes completos y desglosados de cada componente. Así, en la etapa de concepción de productos nuevos, aunque

los resultados son interesantes, el método de definición de costes es más difícil. Por ello gran parte del peso de este método se dirige hacia el rediseño de productos ya existentes.

El proceso del análisis de valor

El análisis de valor se basa en un plan de trabajo sistemático que se puede dividir en cinco fases, que recuerdan bastante a un proceso de resolución de problemas clásico. Son las siguientes:

1. Preparación y recogida de información

Consiste en determinar que producto hay que analizar y posteriormente identificar y establecer prioridades entre los clientes del mismo.

2. Análisis

En esta fase se analizan las funciones del producto, mediante análisis funcional, cuyo objetivo consiste en identificar las funciones realizadas por un producto o componentes. A las funciones se les asigna una importancia y un coste. Esos costes se deben cuantificar, lo que llevara a una lista de funciones ordenadas según su importancia y valor. De esta manera se dispone de una tabla en la que se puede contrastar la importancia de una determinada función frente al coste que supone dentro del conjunto del producto.

Esta fase del análisis de valor es fundamental en el proceso de diseño, pues supone la traducción de necesidades en funciones que las satisfagan, lo cual es la base de metodologías como el QFD.

3. Generación de soluciones

En esta fase es conveniente utilizar técnicas creativas para ayudar a la generación de soluciones que aumenten el valor del producto. A partir del análisis de las funciones y costes se lleva a cabo la búsqueda de los medios que permitan la eliminación, cambio o mejora de los componentes y funciones. Hay que considerar la función, no el producto, por lo que es necesario limpiar la mente de ideas preconcebidas.

4. Evaluación de alternativas

En esta fase se comparan las ideas de acuerdo con unos criterios preestablecidos (grado de mejora, viabilidad técnica, simplicidad, coste de implantación,...) de modo que se pueda escoger la óptima para dichos criterios.

En este punto, es posible emplear técnicas de evaluación o de toma de decisión.

5. Implantación de las mejoras y control del proceso

En esta fase se lleva a cabo toda la documentación del proyecto, describiendo las mejoras aportadas y el plan de implantación de las mismas. Aquí intervienen las técnicas de gestión de proyectos.

Para determinar el precio total de cada pieza o componente se tiene en cuenta el coste de la materia prima, el coste de montaje y el coste de mano de obra

La Matriz de costes nos permitirá calcular el coste por función:

Función	% Import. funcional	Pieza 1	Pieza 2	Pieza 3	Coste por función	Coste por relativo %
		4.312,7	2.115,93	8.718,9		
F1	10	100 4.312,7	30 634,8		4.947,5	6
F2	11			100 8.718,9	8.718,9	11
F3	12	70 3.019	50 1.058		4.077	5
F4	6	20 1.462,5		50 4.359,5	5.822	8
F5	3	70 3.019			3.019	4
F6	8	30 129,4		30 2.615,7	2.745	4
F7	3	30 129,4	30 634,8	30 2.615,7	3.380	4
F8	6	50 2.156		30 2.615,7	4.771,7	6
F9	5	30 129,4	30 634,8	30 2.615,7	3.380	4
F10	11	70 3.019		60 5.231	8.250	11
F11	6	50 2.156			2.156	3
F12	2	20 1.162,5		20 1.743,8	3.206,3	4
F13	1	40 1.725			1.725	2
F14	0,5			40 3.487,5	3.487,5	5
F15	2	30 129,4	30 634,8	30 2.615,7	3.380	4
F16	4	70 3.019		20 1.743,8	4.762,8	6
F17	3	30 129,4	30 634,8	30 2.615,7	3.380	4
F18	5	20 1.462,5	20 423,2	20 1.743,8	3.629,5	5
F19	2	20 1.462,5	20 423,2		1.886	3
						100

En la primera columna se anotan las funciones que soporta el producto.

En la segunda se anotan los pesos relativos de importancias de dichas funciones

Se establecen tantas columnas como piezas tenga el producto, con el coste de cada una de ellas.

Se determina el grado de participación de cada pieza analizada en las diversas funciones y se anotan los pesos en porcentajes de participación o relevancia de cada pieza, en l parte superior de la casilla.

En l a casilla inferior se coloca el porcentaje de coste correspondiente al multiplicar el costo total de la pieza por el porcentaje de participación.

El coste actual de las funciones se calcula sumando las horizontalmente los valores obtenidos, obteniendo así la columna de costes por función.

Finalmente se calculan los porcentajes en los que cada función participa del coste total analizado.

De esta manera es posible reducir el exceso de costes:

-Debidos al diseño, estableciendo la conexión entre las funciones exigidas por el mercado y por el diseño

- Debidos a fabricación, diseñando en relación con los métodos de fabricación que se disponen
- Debidos a la gestión de producción,
- Debidos a la gestión logística.

3.8. Diseño de detalle

La fase de diseño de detalle es la última fase del diseño y en ella se fijan de manera definitiva todos los aspectos del diseño, desde componentes y materiales a los procesos finales de manufactura.

Provenientes de los estudios y análisis durante el diseño preliminar, se establecen las dimensiones finales y se realiza un afinamiento de las tolerancias en base a los materiales finales elegidos y procesos de manufactura finales.

Toda esta información es documentada principalmente en los planos de detalle de los componentes, subconjuntos de piezas y por supuesto en modelos 3D.

Al igual que en la fase de diseño preliminar se realizaban prototipos, en esta fase también se han de construir o producir prototipos o preseries del producto diseñado para verificar y testear que el producto final, con los medios finales de producción, cumple todas los requisitos y especificaciones para las que ha sido diseñado.

A continuación explicaremos las diferentes tareas, relacionadas todas entre si que deben realizarse en esta fase.

3.8.1 Determinación final de componentes y estructura del producto

Durante el diseño de detalle debemos determinar la estructura final y detalla del producto y de todos los componentes y subcomponentes que van a formar parte del diseño.

De esta manera tendremos claro cual es la relación que hay entre los diferentes componentes del producto y su pertenencia a diferentes subsistemas o subconjuntos.

3.8.2 Establecimiento de materiales definitivos

Partiendo de toda la información de la fase de diseño preliminar y de los análisis ingenieriles realizados con herramientas CAE es necesario establecer cuales los materiales finales que van a proporcionar las mejores cualidades a nuestro producto para satisfacer y cumplir correctamente todas las funciones.

El establecimiento de materiales también se refiere a las características específicas del material y a las adquiridas provenientes de los procesos de elaboración del mismo, como puede su tratamiento térmico o mecanizado con el que obtenemos unas características de resistencia, dureza o acabado superficial definidas.

3.8.3 Establecimiento definitivo de tolerancias y acotación funcional

Durante la fase de diseño preliminar se han establecido todas las dimensiones provisionales del producto, y en esta fase se debe fijar de manera definitiva estas, que por lo general no sufrirán variaciones.

Por tanto se realiza la acotación funcional y se establecen las tolerancias dimensionales y funcionales, calidades superficiales y tolerancias de forma y posición.

La acotación funcional es fundamental para definir dimensionalmente el producto de forma que realice todas sus funciones.

Las tolerancias dimensionales nos permiten asegurar las medidas para garantizar la compatibilidad de las distintas piezas o subconjuntos. Entre las tolerancias están las dimensionales, de forma, posición, etc.

Con las tolerancias de posición y las calidades superficiales se consiguen una mejor compatibilidad y funcionamiento óptimo, que garantizan los ajustes entre piezas y la calidad de los acabados de las piezas.

Toda esta información será reflejada, entre otras cosas, en los planos y modelos 2D del producto en conjunto y de sus componentes.

3.8.4 Ejecución de modelos 3D definitivos

Durante la fase de diseño de detalles es necesario realizar los modelos definitivos en 3D con las herramientas de CAD.

La realización de modelos 3D es necesaria, como hemos visto para poder analizar y verificar el diseño definitivo por medio de ensayos y simulaciones virtuales que no dan información precisa sobre el comportamiento de nuestro producto y la posibilidad contrastar los cambios realizados al diseño y su influencia.

El uso de modelos 3D es también necesario para poder transmitir información a nuestros proveedores sobre el producto que necesitamos que desarrollen, y así facilitar su diseño.

Los modelos 3D pueden proporcionar información de la fase final del producto como de las fases intermedias. Desde modelos de componentes en bruto, modelos 3D de fundición o sinterizado y modelos 3D con fases de mecanizado.

También es necesario para que nuestro cliente compruebe la compatibilidad de nuestro diseño con el resto de componentes de su sistema, como suele habitual en el sector industrial y más en concreto en el automovilístico.

3.8.5 Desarrollo de planos 2D de producto, fabricación y montaje

El desarrollo de planos 2D se realiza también en la fase de diseño de detalle y por lo general son obtenidos a partir de los modelos 3D.

Los planos 2D deben recoger toda la información que definen en su totalidad al producto, como consecuencia de todo el proceso de diseño.

Los planos 2D son utilizados para poder definir y acotar todas las dimensiones, sus tolerancias dimensionales, tolerancias geométricas y otro tipo de información necesaria como

pueden ser las especificación que deben cumplir, todas las normas que debe respetar, advertencias de montaje o cualquier otro comentario que de información indispensable sobre el producto que representa.

Dependiendo del destinatario del plano 2D, la información contenida variara entre unos planos y otros aunque el producto sea el mismo.

Por ese motivo se deberá realizar planos de fabricación que definan el modo de creación del producto, sus dimensiones e incluso los requerimientos de proceso que se debe seguir para obtener las características concretas del producto.

Debemos realizar también los planos de montaje en los que se define de manera inequívoca la posición relativa de cada componente y las ordenes precisas de montaje que han de seguirse para su perfecto ensamblaje.

En definitiva los planos 2D deben plasmar de manera grafica los requerimientos que debe cumplir el producto representado al destinatario de ellos. Cada plano puede considerar como un plano de cliente para un destinatario que actúa a modo de proveedor.

3.8.6 Generación y ensayo de prototipos

Al igual que en la fase de diseño preliminar se realizaban prototipos para valorar y analizar las diferentes soluciones de diseño, el diseño de detalle también requiere la creación de estos prototipos o preseries, esta vez reflejando todos los detalles de diseño final proveniente de todas las fases de diseño

Es necesario realizar una serie de ensayos que reproduzcan el entorno del producto y en los que podamos comprobar el perfecto funcionamiento y cumplimiento de los requerimientos a los que esta sometido el producto y/o cualquier de sus componentes.

Por este motivo es necesario que los prototipos que participan en estas pruebas deban ser lo mas fiel al diseño final, tanto en proceso como en materiales, dimensiones y tolerancias como en procesos de producción De esta manera estaremos validado la eficiencia de nuestro diseño y de su proceso productivo.

Los ensayos deben también que estar diseñados de tal manera que respondan al cumplimiento de determinados requerimientos funcionales del producto. Por eso es necesario definir en ellos las condiciones que tienen que reproducir el sistema de ensayos, cuales son los valores que debemos registrar y cuales son los criterios de aceptación para concluir que el prototipo ha superado el ensayo.

Por lo general existen dos maneras de realizar los ensayos, o bien en cámaras o bancos de ensayos o dentro del propio entorno o del sistema donde va alojado el producto. Esto se debe a la naturaleza del ensayo y/o a la complejidad intrínseca del ensayo, de la reproducción de condiciones y de la toma de datos, o del alto coste.

Los ensayos pueden ser realizados en el producto o sistema en conjunto o también pueden ser realizados a componentes aislados del los cuales queremos comprobar el cumplimiento de determinados requerimientos.

Los tipos de ensayos existentes son numerosos y variados en función de la naturaleza del producto y de sus funciones o requerimientos. En el campo de la automoción los ensayos más habituales son:

- Ensayos de durabilidad
- Ensayos de fatiga
- Ensayos de resistencia a la corrosión, niebla salina...
- Ensayos de ruptura
- Ensayos de resistencia a impactos
- Ensayos de vibraciones
- Ensayos de fugas hidráulicas y sellados
- Ensayos de resistencia térmica
- Ensayos de ruidos
- Etc.

Los ensayos pueden ser diseñados por el propio equipo de diseño en función del producto y requerimientos, o bien pueden estar establecidos por el propio cliente. Debido a la gran cantidad de productos de la misma familia, Bonnet Névé tiene su propia base test, ensayos y especificaciones para cada uno de ellos.

Es importante que cada ensayo este dotado de su documentación específica. Esta debe contener la información necesaria para la realización del ensayo, pautas, obligaciones, requerimientos y recomendaciones.

Todos los ensayos deben ser documentados con toda la información proveniente de la realización de este. Desde los datos obtenidos, su procesamiento, análisis y conclusiones, además de fotos y cualquier otra información que apoye al resultado.

Estos documentos deben ser almacenados y estar disponibles. Así mismo los propios prototipos y muestras ensayados deben ser almacenados y estar disponible para futuros posibles análisis para atender a futuras reclamaciones. Estas piezas y documentos debe ser almacenadas hasta un mínimo de 10 años después de que el producto a dejado de ser producido (end of production)

4. Cambio diseño sistema iluminación

4.1. Sistema iluminación actual

El sistema de iluminación consta en su totalidad de 20 elementos, entre componentes y subconjuntos de el. Los hemos ordenado en la siguiente tabla:

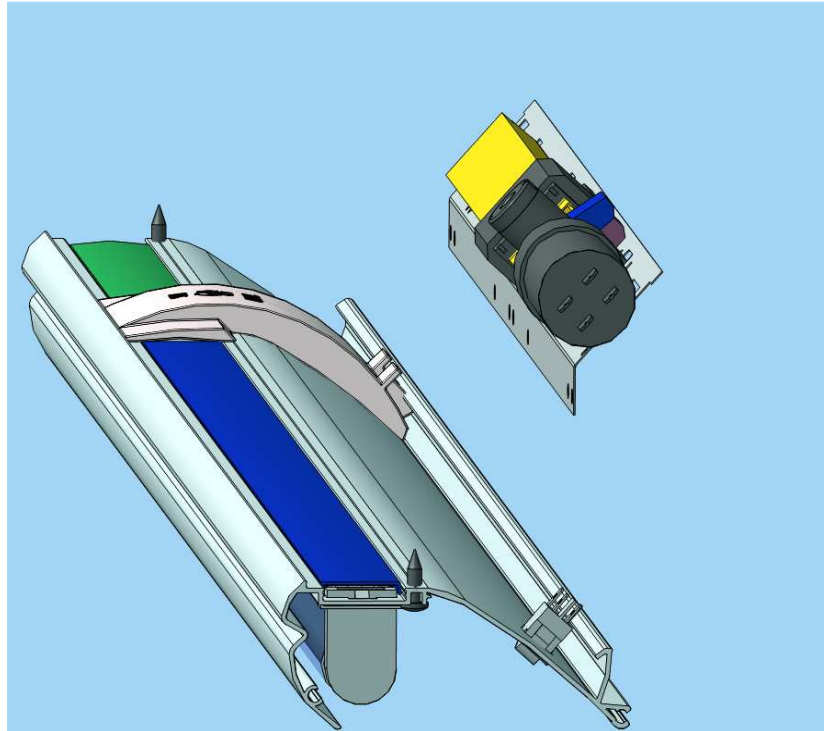


Fig 4. Sistema iluminación actual.

- | | |
|---|------------------------------|
| 1 | Tubo fluorescente |
| 2 | Tornillo |
| 3 | Protección tubo fluorescente |
| | Protección lateral |
| 4 | plástico |
| 5 | Protección salida cables |
| 6 | Conjunto iluminación frontal |
| | 7 Reflector iluminación |
| | 8 Tornillo |
| | 9 Clip conexión masa |
| | 10 Casquillo |
| | 11 Reactancia electrónica |
| | 12 Filtro |
| | 13 Cable alimentación |
| | 14 Cables |
| | 15 Regleta de alumbrado |
| | 16 Sujeta cables |
| | 17 Placa inserto |
| | 18 Cobre agujeros |
| | Protector pieza |
| | 19 iluminación |
| | 20 Chapa galvanizada |

A continuación pasaremos a explicar el diseño del sistema de iluminación y su funcionamiento.

La pieza principal del sistema de iluminación es el reflector. Es una pieza encargada de la reflexión de la luz emitida por la lámpara, que se sitúa en su parte inferior. Este reflector tiene una serie de agujeros en los que colocamos los caquillos necesarios tanto para sujetar como para hacer llegar la corriente hasta la lámpara. Utilizamos tubos fluorescentes de dos tipos: 28W y 54W. La elección de uno u otro será cosa del cliente y de la potencia deseada para su mueble frigorífico.

Para poder adecuar la corriente y generar la luz deseada, usaremos unos elementos electrónicos, que irán situados sobre una placa en acero. Para unirlos a la lámpara son necesarios una serie de cables, que serán protegidos utilizando unas tapas de plástico.

Todo este conjunto de elementos se van uniendo mediante tornillos. Una vez tenemos todo el conjunto, este se atornilla al techo del mueble frigorífico.



Fig 5. Sistema iluminación actual por delante y por detrás.

PARTE VISIBLE (reflector, tubo, protección tubo, casquillos y tornillos)

El reflector, realizado en aluminio, es la encargada de reflejar la luz. Se fabrica en diferentes longitudes para distintos tipos de muebles. Se pueden disponer en serie y para ello se utiliza un elemento de centraje que hará que su acoplamiento no resulte inadecuado.

En sus agujeros colocamos los casquillos, que por su forma se clipan con facilidad, y se encargaran de sujetar y alimentar el tubo fluorescente.

Se utilizan dos tipos de tubos: 28W (D=16mm) y 54W (D=26mm). Por tanto, los casquillos serán diferentes, así como el agujero en el reflector. Este es el motivo por el que en todos los reflectores tengamos dos agujeros en cada lado, uno para el caso en el que utilicemos D=16mm y el otro para cuando se utilicen tubos de D=26mm.

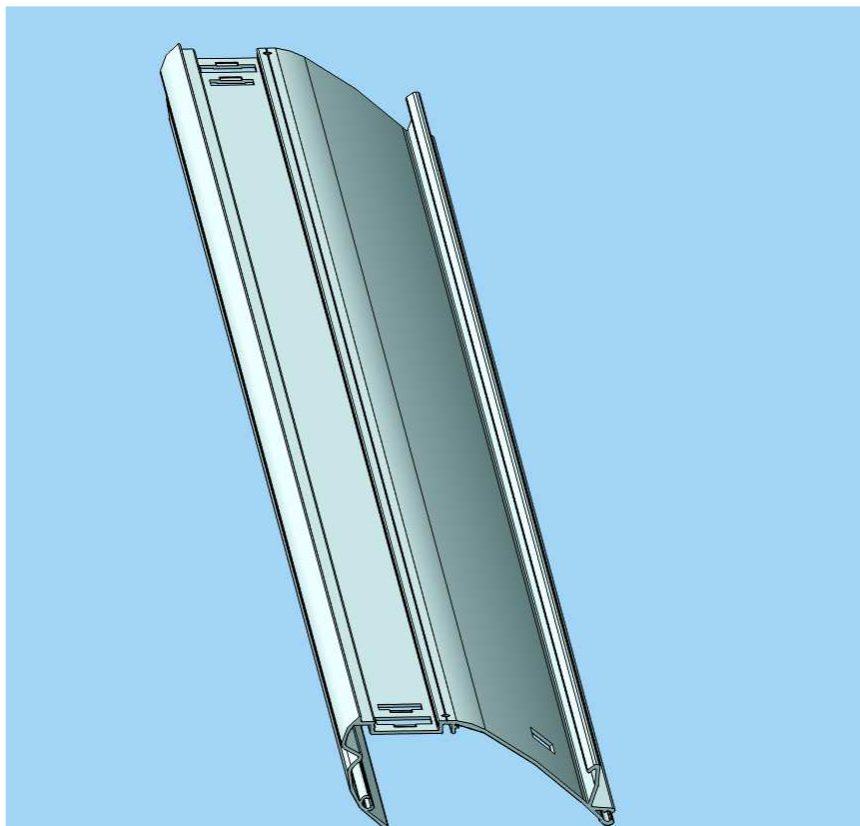


Fig 6. Reflector aluminio.

Los tubos van colocados dentro de una pieza plástica cilíndrica, que los protege de golpes, impactos, contacto directo,...así como de dos protecciones laterales.

Finalmente encontramos otros dos agujeros circulares a los dos lados del reflector. Su función es posicionar los tornillos encargados de la sujeción de todo el sistema al mueble frigorífico.

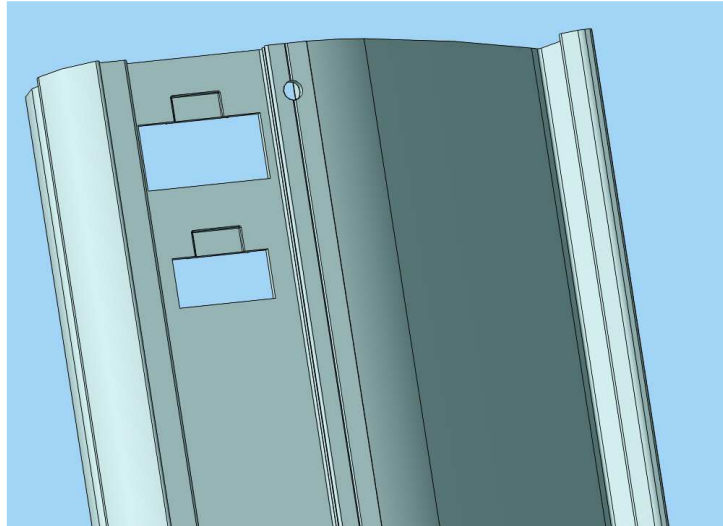


Fig 7. Agujeros en reflector.

PARTE NO VISIBLE (componentes electrónicos, cables, tapas protectoras, placa de sujeción y tornillos)

Por otro lado tenemos todo el conjunto de piezas y elementos que no se ven a simple vista. No por ello dejan de ser importantes, ya que aquí están los principales elementos de la parte eléctrica del sistema.

Para poder adecuar la intensidad a los tubos utilizados, podemos utilizar dos tipos de sistema: electrónico o ferromagnético. Su utilización dependerá de la potencia deseada.

El conjunto electrónico consta de los siguientes elementos:

- Balasto electrónico
- Dos terminales 5 patas
- Filtro

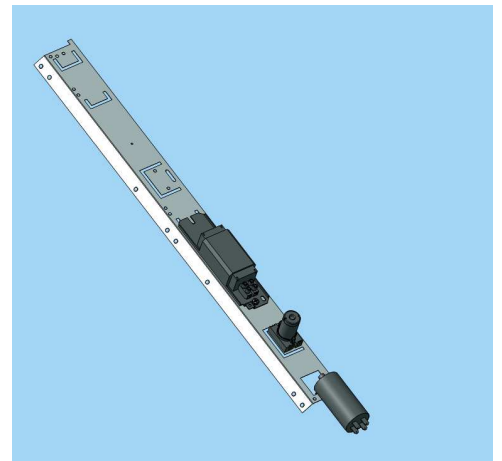


Fig 8. Conjunto electrónico.

El conjunto ferromagnético, en cambio, esta compuesto por:

- Balasto ferromagnético
- Estárter
- Soporte estándar
- Condensador

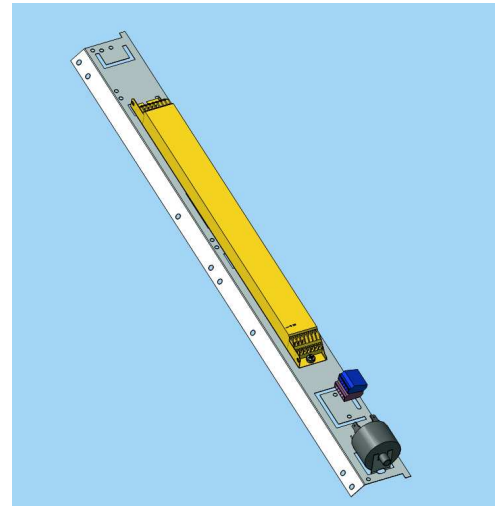


Fig 9. Conjunto ferromagnético.

Tanto un formato como el otro se colocan sobre una placa de acero mediante atornillado para luego ser fijada al techo, también mediante tornillos.

Estos componentes se unen, se alimentan y conducen la corriente al tubo mediante cables. Como desde el punto de colocación de los elementos electrónicos hasta la colocación del tubo fluorescente tenemos una distancia que hay que solventar. Por tanto, tendremos gran número de cables en ese recorrido que deberán ser ocultados para protegerlos a ellos y a cualquier persona que los pueda tocar. Para ello utilizamos una tapa de plástico.

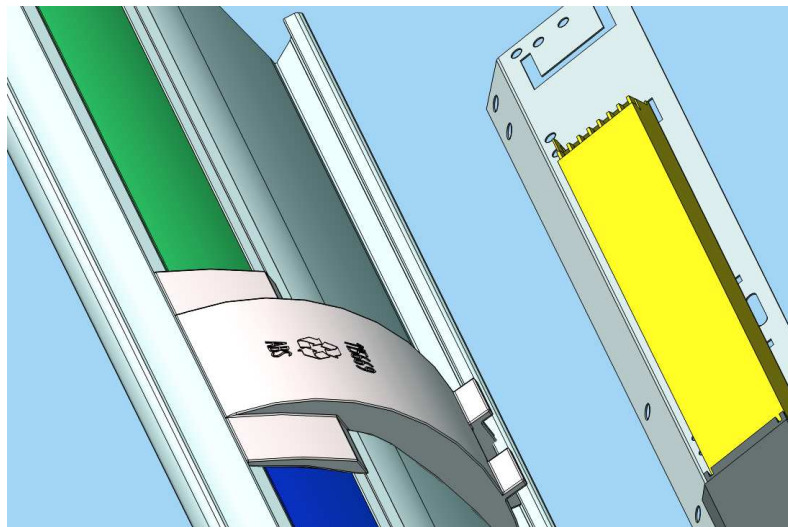


Fig 10. Tapa de plástico cubre cables.

4.2. Necesidad de cambio

A lo largo de la vida de un producto, este es susceptible de cambios en su diseño. En nuestro caso, vamos a realizar un rediseño del sistema de iluminación, por tanto comenzaremos modificando el diseño conceptual, y tras la elección de la alternativa más acorde con la solución buscada, se realizan cambios que afectan a la parte del diseño preliminar y por consiguiente a la fase de detalle.

Tipo de cambios

La naturaleza de estos cambios puede ser muy diferentes, sin embargo todos tiene el mismo denominador común: cumplir las funciones y especificaciones para las que el producto ha sido creado y/o modificado.

Los cambios de diseño pueden ser requeridos por los siguientes motivos:

-Mejoras en el diseño

A veces es necesario introducir cambios en el diseño con el fin de mejorar el mismo:

Esto puede ser debido a problemas inesperados que ha sufrido el cliente y que no fueron detectados o considerados durante las fases de diseño, o debido a la incorrecta definición de las especificaciones.

Las mejoras también pueden provenir del conocimiento y experiencia adquirida una vez el producto esta siendo fabricado. El análisis de datos provenientes de la producción real y de los resultados de actuación del producto nos ayuda a considerar modificaciones que consiguen la optimización de sus características.

Detectados problemas de montaje, cambios en el diseño pueden mejorar la montabilidad del producto en las líneas de montaje.

-Ahorro de costes

Los cambios de diseño pueden ser motivados con la finalidad de economizar parte de los componentes, y por consiguiente para hacer un producto más competitivo en términos económicos. La búsqueda de ahorro en los todos los productos es un búsqueda continua, originada dentro de la propia empresa productora del producto como requerida por el propio cliente

Por lo general este tipo de ahorro responde el cambio de materiales actuales a otros más económicos, eliminación y/o sustitución de componentes, modificaciones en los mismos, o bien en la estandarización de ciertos elementos.

-Cumplimiento de nuevos requerimientos adicionales

Durante la vida del producto este es susceptible de que sus requerimientos se vean aumentados por parte del cliente, que ha detectado cierta necesidad, así que es necesario hacer los cambios pertinentes que adecuen el producto a las nuevas especificaciones. Otras veces los clientes requieren nuevas versiones del producto actual que incorporen novedades sobre el diseño actual, así que es necesario realizar las modificaciones pertinentes.

-Cambios provocados por cambios o modificaciones en legislaciones concernientes.

Todos los productos han sido diseñados de acuerdo a legislaciones existentes que no están exentas de cambios. Por tanto los productos existentes también deberán adecuarse a las nuevas condiciones, tanto de si la legislación es modificada o de si una nueva legislación va a aplicarle.

Necesidades de cambio en el sistema de iluminación del mueble frigorífico

El sistema de iluminación utilizado por los muebles frigoríficos TL1 fue diseñado y puesto en producción en 2008. Hoy en día sigue en producción en la planta de Hendaye. Fue un cambio bastante importante con respecto al sistema de iluminación de los muebles frigoríficos EC1 utilizados anteriormente. El cambio consistía en realizar una única pieza principal en aluminio, que será la encargada de sujetar algunas de las piezas que conforman el sistema de iluminación, a la vez que hará el papel de reflejante. Hasta entonces, el sistema de iluminación utilizado consistía el una carcasa de chapa, en la que reposaban los cables y algún otro componente del sistema de iluminación, y después, sujeto a la chapa por su parte inferior, una placa curvada de aluminio que se encargaba de reflejar la luz emitida por el o los fluorescentes, ya que podíamos encontrarnos con uno o dos tubos fluorescentes, dependiendo de la cantidad de luz necesaria.

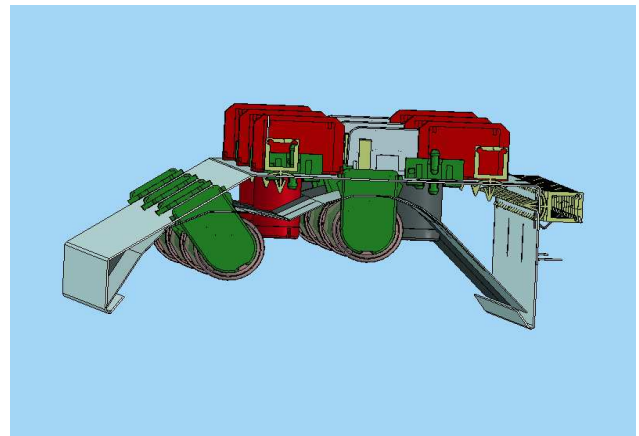
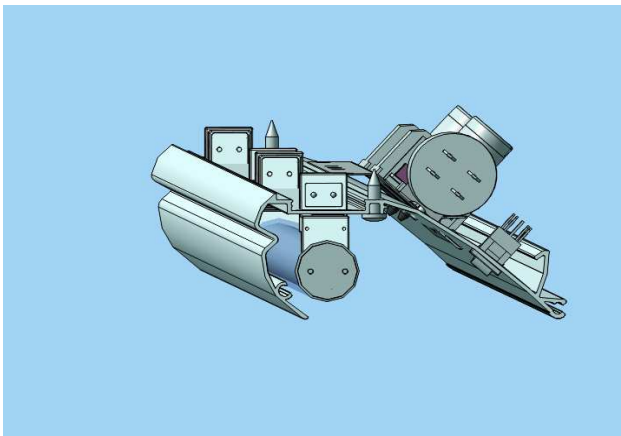


Fig 11. Sistema iluminación actual y sistema iluminación antiguo.

El gran número de elementos utilizados, así como la deficiente reflexión que obtenemos con este sistema, hizo que el equipo de desarrollo se plantease en crear otro sistema de alumbrado de la parte frontal del mueble.

El problema surge cuando la creación de un sistema de iluminación bastante eficiente nos supone un aumento bastante considerable en el coste del sistema. El hecho de mejorar

bastante la eficiencia y calidad del producto nos hace aumentar mucho el gasto. Es en este momento cuando se comienza un estudio a cerca de los motivos causantes de este aumento, y la búsqueda de estrategias y alternativas para la reducción de este coste que afecta de manera considerable al precio del mueble frigorífico.

En primer lugar haremos una descomposición de todas las piezas involucradas en el sistema y haremos un análisis del precio de cada una de ellas. Tras esto, utilizando esa descomposición, nos centraremos en el estudio de piezas y elementos prescindibles realizando algún cambio en el sistema. Un cambio en la colocación de un elemento puede suponer la eliminación de alguna pieza que, en ese caso, sobra. Y finalmente buscaremos tecnologías y materiales innovadores que pueden suponer un cambio novedoso a la vez que eficiente en el sistema. A continuación se detalla el precio de coste de todas las piezas que conforman tanto el antiguo como el nuevo sistema de iluminación:

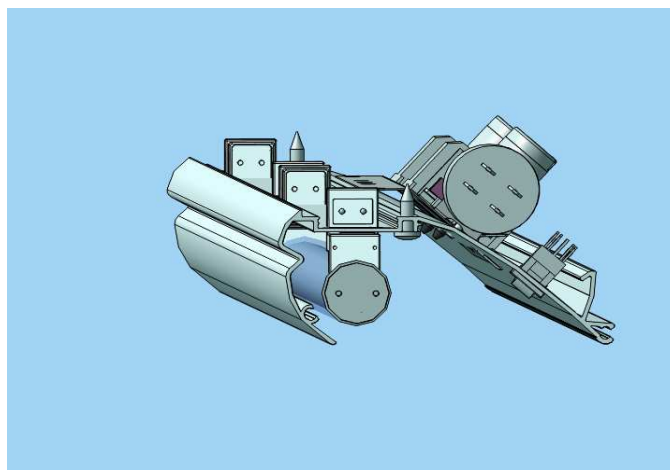


Fig 12. Conjunto sistema iluminación actual.

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO
2V2266	ILUMINACION FRONTAL.Ø16 ECO.(28W) 250			56,00 €
257196	CJTO. ILUM. FRONTAL Ø16 ECO 250	1	PIEZA	51,96 €
130233	TORNILLO CHAPA CBL Z C Ø4,8X19	2	PIEZA	0,00 €
130091	TORNILLO CHAPA CBL 4.2X9.5 + ARANDELA MONTAJE PLACA FIJADORA BALL .T5	1	PIEZA	0,01 €
257230	FRONT.2R PROTECCION TUBO FLUORESCENTE Ø16	1	PIEZA	
115152	L1144	2	PIEZA	1,39 €
118242	BOQUILLA LATERAL PROTECTORA.Ø16 PROTECCION SALIDA CABLES REFLECTOR	4	PIEZA	0,62 €
115669	TL1	1	PIEZA	0,21 €
<i>257196</i>	<i>CJTO. ILUM. FRONTAL Ø16 ECO 250</i>			
104226	REFLECTOR ILUMINACION 250	1	PIEZA	23,78 €
130091	TORNILLO CHAPA CBL 4.2X9.5 + ARANDELA	2	PIEZA	0,02 €
140144	GRAPA TOMA TIERRA	1	PIEZA	0,04 €
140915	CASQUILLO Ø16 H23	4	PIEZA	0,44 €
142009	FILTRO 0,33µF X2+2x4,7nF Y2+2x6mH+0,63M	1	PIEZA	2,74 €
140916	BALLAST ELECT.QTP5 2X14-35WØ16	1	PIEZA	9,50 €
149758	CABLE ALIMENTACION	1	PIEZA	1,38 €
142666	CJTO. CABLES ILUM. FRONTAL Ø16 250	1	PIEZA	1,15 €
209050	PLACA FIJADORA ILUM. FRONTAL Ø16 TL1	1	PIEZA	0,59 €
257231	MONTAJE CABLEADO FRONTAL T5 TL1	1	PIEZA	
130021	TACO ESTANCO 0486.AA01	1	PIEZA	0,02 €
140097	SUJETA CABLES	2	PIEZA	0,02 €
119284	OBTURADOR INTER.NEGRO 60TB	1	PIEZA	0,24 €
142076	OBTURADOR CASQUILLO T8	4	PIEZA	0,14 €
	TORNILLO CHAPA EUROTEx CBL 4,2X13			
130103	UNI5923	1	PIEZA	0,05 €
257350	MONTAJE REFLECT / PLETINA BALL.Ø16	1	PIEZA	
115658	PROTECCION ILUMINACION TL1 L1170	2	PIEZA	0,73 €

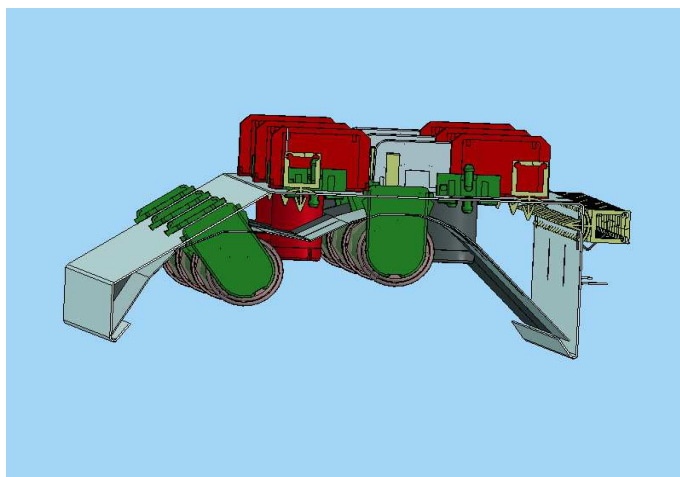


Fig 13. Conjunto sistema iluminación antiguo.

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO
2M9156	ILUMINACION FRONTAL LIMITADO D26 ELECT.250 EC1-EC4			46.55 €
115064	PROTECCION TUBO FLUORESCENTE D26 L1200 BOQUILLA PROTECCION TUBO FLUORESCENTE D2	2	PIEZA	1.19 €
115070	D2	4	PIEZA	0.12 €
130292	TORNILLO CBLH ST 4,2x15	6	PIEZA	0.03 €
204942	REFLECT.ESTRECHO ELEC.1T+AFF.125	1	PIEZA	1.88 €
204946	REFLECT.ESTRECHO ELEC.1T 125	1	PIEZA	1.70 €
253806	FRONTAL ESTRECHO D26 ELECT.250	1	PIEZA	39.72 €
<u>204942 REFLECTOR ESTRECHO ELEC.1T+AFF.125</u>				
RECOR251	BOBINA 1249X1000 ALU.5/10e	0.210	KG	1.06 €
<u>204946 REFLECTOR ESTRECHO ELEC.1T 125</u>				
100023	BOBINA ALUMNIO BRILLANTE SP.2515x1000x0,5	0.211	KG	0.88 €
<u>253806 FRONTAL ESTRECHO D26 ELECT.250</u>				
130292	TORNILLO CBLH ST 4,2x15	4	PIEZA	0.02 €
130025	TUERCA HU M8	2	PIEZA	0.01 €
130063	CLIP CABLE 3G1	26	PIEZA	0.78 €
130091	TORNILLO CHAPA CBL 4.2X9.5 + ARANDELA	4	PIEZA	0.03 €
140900	BALLAST ELECT.QTP8 1X36W Ø26	2	PIEZA	17.00 €
140047	CASQUILLO Ø26 ALTURA 31	4	PIEZA	0.74 €
140366	FILTRO CEM FLC630501F	1	PIEZA	2.35 €
140144	GRAPA TOMA TIERRA	2	PIEZA	0.08 €
140233	TERMINAL MODULAR 2P/FASTON	2	PIEZA	0.85 €
145078	HAZ ALIMENTACION ILUMINACION EC1	1	PIEZA	1.86 €
14470D	CABLE RIGIDO 0,75MM2 F/F L.300 F-L	1	PIEZA	0.16 €
14470E	CABLE RIGIDO 0,75MM2 F/F L.300 F-N	1	PIEZA	0.16 €
144709	CABLE RIGIDO 0,75MM2 F/F L1500 L-L	1	PIEZA	0.25 €
14470A	CABLE RIGIDO 0,75MM2 F/F L.1500 N-N	1	PIEZA	0.25 €
144705	CABLE RIGIDO 0,75MM2 ./F L150 B-L	2	PIEZA	0.31 €
144706	CABLE RIGIDO 0,75MM2 ./F L150 B-N	2	PIEZA	0.31 €
144703	CABLE RIGIDO 0,75MM2 L950 B-D	8	PIEZA	1.42 €
160168	JUNTA ADHESIVA 20x15 BOBINA=5m	2.50	M	0.18 €
251198	MONTAJE.JUNTA ADHESIVA/SOPORTE	1	PIEZA	

	APLICACIONES ELECT.EC1			
	SOPORTE APLICACIONES ELECTRONICAS			
20168G	ESTRECHO 1T 250 PU		1 PIEZA	6.05 €
	MONTAJE CABLEADO FRONTAL ESTRECHO			
253809	ELECT.1T		1 PIEZA	
RECOR251 BOBINA 1249X1000 ALU.5/10e				
100023	BOBINA ALU.BRIL.SP.2515x1000x0,5	0.210	KG	0.87 €
145078 HAZ ALIMENTACION ILUMINACION EC1				
140003	ESPIGA CONEXION MACHO 2mm2		2 PIEZA	0.02 €
140019	CONECTOR MACHO 12P		1 PIEZA	0.12 €
140026	PROTECCION FASTON 6.35		2 PIEZA	0.01 €
140039	ESPIGA TIERRA PARA CONECTOR		1 PIEZA	0.02 €
140071	CABLE H05VV-F 3G1 BLANCO D=7.2m	1.20	M	0.20 €
140098	VAINA FASTON HEMBRA 6,3 EN BOBINA		3 PIEZA	0.02 €
145004	TAPON CONECTOR 12PTS		1 PIEZA	0.88 €
SOPORTE APLICACIONES ELECTRONICAS				
20168G ESTRECHO 1T 250 PU				
160000	POLVO BLANCO 97	0.068	KG	0.20 €
	SOPORTE APLICACIONES ELECT. ESTRECHO 1T			
201686	250 B.		1 PCE	4.52 €
SOPORTE APLICACIONES ELECT. ESTRECHO 1T				
201686 250 B.				
RECOR129	BOBINA 2550X1250 7/10eme	2.415	KG	2.004933
RECOR129 BOBINA 2550X1250 7/10eme				
100002	CHAPA GALVANIZADA 0,7x1250	2.415	KG	1.81125

Tras observar esta comparativa, el departamento de investigación y desarrollo se vuelve a plantear el cambio en el diseño de su sistema de iluminación. El motivo principal será, por tanto, el económico, pero no nos olvidaremos de la búsqueda de la mejora en la calidad y en la fiabilidad, así como de los requerimientos funcionales definidos anteriormente.

Claramente observamos como el causante de este elevado precio actual es la pieza reflectante en aluminio. Además de su función de reflejar la luz, también será la encargada de soportar los casquillos para el tubo fluorescente. Esta pieza va fijada al techo del mueble, por lo que todos estos agujeros van a incrementar todavía más su precio de fabricación.

Para ello, lo que haremos será un estudio de diferentes materiales que nos pueden ser útiles, ya que pueden poseer las propiedades que demandamos, como reflexión, rigidez, buena estética,...pero a la vez nos interesa un coste inferior al del aluminio. Para ello haremos una serie de consultas con diferentes proveedores y a partir de ahí comenzaremos con el estudio.

Por otro lado, observamos como todos los elementos electrónicos necesarios se encuentran alejados del tubo fluorescente. Esta lejanía lo que hace es aumentar la distancia de los cables así como el numero de piezas necesarias, ya que son imprescindibles elementos sujeta cables, piezas protectoras de salida de cables,... además del riesgo y molestia que conlleva esta colocación tanto para el montaje como para la reparación y revisión del sistema.

Estudiaremos diferentes modos de acercar estos componentes de modo que podamos prescindir de ciertas piezas que no serian necesarias en este caso. Para ello nos podremos en contacto con proveedores de componentes electrónicos, así como con compañeros del laboratorio de electrónica.

Finalmente, otro modo de llegar a ser mas competitivos en cuanto a precio se refiere, será la búsqueda de sistemas novedosos en cuanto a materiales o sistemas de luz utilizados en el mercado hoy en día, que nos pueden ayudar a reducir el coste de nuestro mueble.

4.3. Análisis funcional

4.3.1. Ciclo vital del sistema de iluminación de muebles frigoríficos TL1

El ciclo vital de un producto comienza desde el momento en el que el producto nace industrialmente hasta el momento en el que deja de ser apto para su uso o para su destrucción en otros casos.

El ciclo de vida del sistema de iluminación ha sido definido tanto por proveedor y cliente como el siguiente:

1.-Producción de las piezas del sistema de iluminación:

Se produce en las líneas de producción del proveedor. En esta fase se incluyen la manipulación y almacenaje de productos intermedios, además de los test y ensayos que se realizan durante el proceso de manufactura y aquellos que se realizan una vez obtenido el producto acabado.

2.-Almacenaje por proveedor

El producto se almacena en las instalaciones del proveedor hasta que la demanda de cliente ordena entregarlo a sus instalaciones.

Por lo general las piezas del sistema de iluminación son almacenadas e identificadas en contenedores que será utilizados también para su expedición.

3.-Embalaje y expedición realizada en el proveedor.

Los contenedores cargados con las piezas del sistema de iluminación son preparados e identificados con los datos precisos para su envío a cliente.

4.-Transporte

Se realiza hasta las instalaciones de cliente o planta que realiza el ensamblaje del sistema de iluminación y lo monta sobre el mueble frigorífico.

Por lo general se utiliza exclusivamente camiones.

5.-Desembalaje realizado en Bonnet Névé.

El cliente descarga la mercancía y comprueba su identificación.

6.-Premontaje en Bonnet Névé

Definida por cliente esta fase incluye el almacenaje intermedio en sus instalaciones tras el desembalaje y la manipulación necesaria para alimentar sus líneas de montaje de muebles frigoríficos con los sistemas de iluminación.

7.-Conexión con otros componentes del sistema.

Al sistema de iluminación se le conecta el tubo fluorescente así como todos los componentes electrónicos antes de ser montado en el mueble frigorífico.

8.-Montaje en mueble frigorífico

Se realiza la fijación al mueble frigorífico

9.-Ajuste de alineamiento y centraje

Una vez realizado el montaje de todo el mueble, se procede al alineamiento y centraje de los diferentes módulos.

10.-Almacenaje de mueble frigorífico

Los muebles frigoríficos son almacenados en instalaciones cubiertas antes de ser distribuidos a tiendas y supermercados.

11.-Transporte de mueble frigorífico

Los muebles son transportados en camión hasta la tienda o supermercado de destino.

12.-Utilización de mueble frigorífico

Principal y más duradera fase de ciclo de vida del sistema de iluminación.

13.-Mantenimiento – Reparación

De manera ocasional el sistema de iluminación puede ser reparado o deber ser revisado y mantenido para asegurar su perfecto mantenimiento.

14.-Fin de vida.**15.-Desmontaje de mueble frigorífico**

El mueble frigorífico es desmontado, así como sus diversos componentes, entre ellos, el sistema de iluminación.

16.-Reciclaje – Achatarramiento

El sistema de iluminación se desmonta. Es muy importante separar los componentes que puedan ser reciclados y/o tratados a fin de evitar, o minimizar en todo lo posible, la contaminación del medio ambiente.

4.3.2. Entorno del sistema de iluminación

Podemos definir el entorno del sistema de iluminación según los siguientes criterios:

Personas

-Operario de fabricación.

Todos aquellos que participan en el ensamblaje del sistema de iluminación en la planta de producción o de los subcomponentes que conforman este sistema de iluminación.

-Operarios de transporte y almacenaje.

Todos aquellos involucrados en labores de transporte y almacenaje que se realizan desde la finalización del producto hasta que el mueble frigorífico llega al supermercado.

Los operarios de transporte y almacenaje dentro de las plantas productoras como de las plantas receptoras son por lo general los mismos respectivamente.

El transporte entre plantas se hace por lo general mediante empresas con operarios independientes a los anteriormente citados.

-Operación de montaje en mueble frigorífico.

Todos aquellos involucrados en la planta de producción de pre-montar el subsistema de iluminación frontal, ajustando todas sus características, para finalmente integrarla y fijarla dentro del mueble frigorífico donde esta destinada.

-Consumidor

Persona o personas destinadas a la utilización del sistema de iluminación integrado en el mueble frigorífico (tanto clientes como dependientes de la tienda).

-Servicio Técnico

Todos aquellos trabajadores de los establecimientos en los que dispongan de este tipo de muebles así como operarios del servicio técnico que deban realizar comprobaciones y acciones de reparación o mantenimiento del sistema de iluminación frontal.

En la medida de lo posible solo los operarios del servicio técnico deben tener accesos y capacidad para realizar estas manipulaciones basadas en una formación previa.

Elementos físicos

-Brazos del techo

Se encargan de sujetar directamente todo el sistema de iluminación mediante tornillos.

El sistema de iluminación y los brazos del techo mantienen una unión y contacto permanente con transferencia de cargas.

El techo tiene sus propias limitaciones de dimensiones, que afectan directamente a la posición del sistema de iluminación.

-Cortina

Sistema alojado y fijado en el techo del mueble. Su contacto con el sistema de iluminación es directo pero no permanente, únicamente se da cuando bajamos la cortina para cerrar el mueble.

-Nido de abeja.

El nido de abeja es la pieza encargada de dirigir y orientar el flujo de aire frío de la parte superior a la inferior. Este va apoyado sobre el sistema de iluminación. El contacto es permanente.

El nido de abeja tiene sus propias limitaciones dimensionales, de posición y de orientación que afectan directamente al sistema de iluminación.

-Funda ventilador techo

El sistema de iluminación y la funda del soplador tienen un contacto permanente directo.

-Balastos

Los balastos están colocados sobre la funda del ventilador del techo, que esta directamente unido, de manera permanente, al sistema de iluminación.

-Cables

Los cables están el contacto permanente con el sistema de iluminación, y además de forma directa. Estos le transmiten al sistema la corriente necesaria para la correcta iluminación del tubo.

-Protección de los cables

Se coloca directamente sobre el sistema de iluminación, de manera permanente. Su geometría nos permite ocultar y agrupar los cables que llegan y que salen del sistema de iluminación.

A continuación se muestra un esquema de todos estos elementos en contacto con el sistema de iluminación:

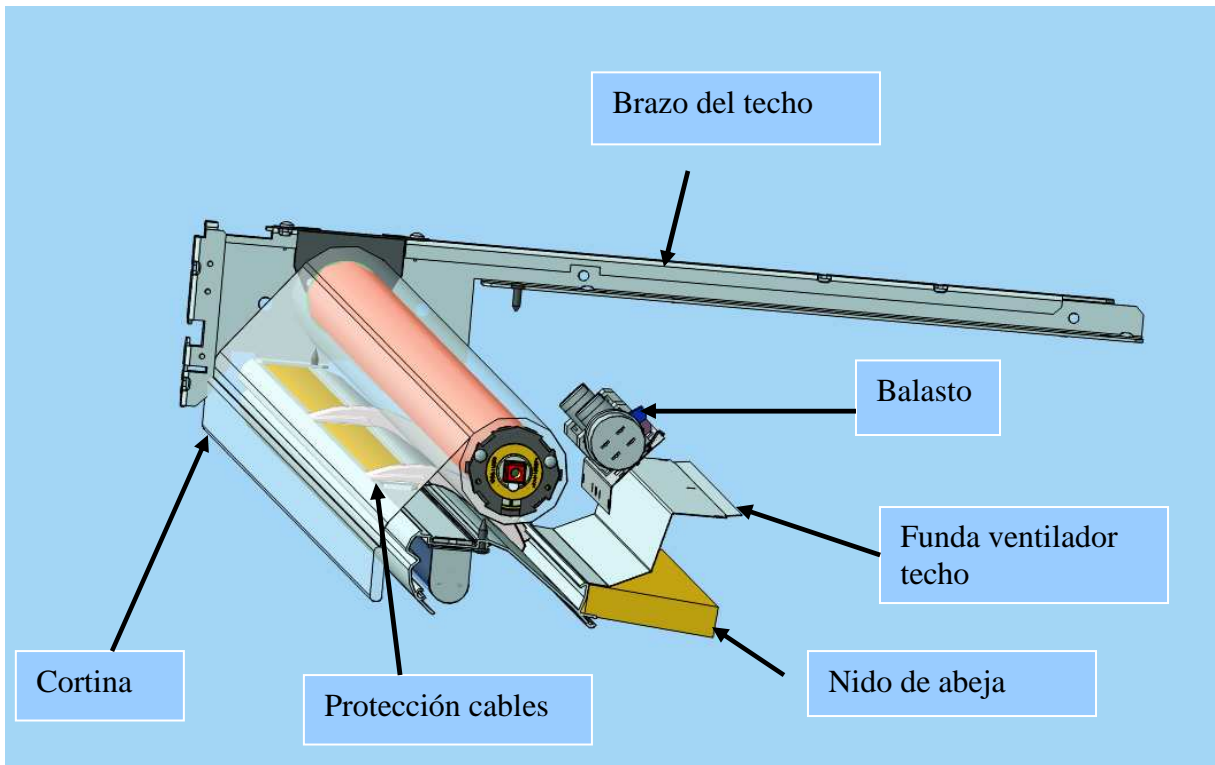


Fig 14. Descomposición entorno sistema de iluminación.

Podemos resumir los elementos físicos del entorno del sistema de iluminación y la relación existente en la siguiente tabla:

Elemento físico	Contacto				
	Permanente	No permanente	Directo	Indirecto	Sin contacto
Brazos del techo	x		x		
Cortina		x	x		
Nido de abeja	x		x		
Funda soplador techo	x		x		
Balastos					x
Cables	x		x		
Protección de los cables	x		x		

Tabla 1. Relación elementos físicos del entorno del sistema de iluminación.

Ambiente externo

Los elementos del ambiente externo que afectan al sistema de iluminación son los siguientes:

- Agua. Proveniente de fugas, goteras y humedad del aire.
- Polvo.
- Temperatura exterior proveniente de la atmósfera.
- Productos de limpieza
- Grasas
- Líquidos

Elementos inmateriales

Los elementos inmateriales que afectan al producto son las siguientes normas y reglamentos:

- Standards y especificaciones internas de proveedor
- Procedimientos de ensayo internos de proveedor
- AFNOR Standards:
 - NF C 15-100. Installations électriques à basse tension: règles
 - Normes de la série EN 60 598 (indice de classement C 71-0..) relatives aux appareils d'éclairage électrique et accessoires.
 - NF EN 60335-1.Appareils électrodomestiques et analogues-Sécurité

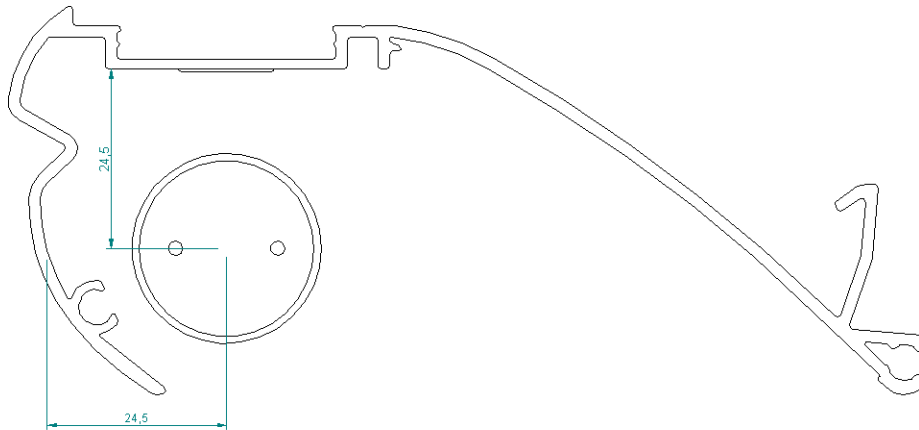
4.3.3. Requerimientos funcionales sistema de iluminación

A continuación estos son los requerimientos funcionales que deben cumplir los sistemas de iluminación.

FUNCION 1: El sistema debe iluminar toda la parte frontal del mueble frigorífico

Criterios:

Posición del tubo con respecto al reflector



Detalle 1. Posición tubo respecto al reflector.

Criterio	Nivel	Flexibilidad
Posición Z	23 mm	± 4 mm
Posición Y	24 mm	± 1 mm

-Superficie reflectante

La superficie reflectante deberá tener un color apropiado para poder reflejar el máximo de luz.

Existen los denominados colores reflectantes, que poseen la capacidad de multiplicar y expandir la luz en cualquier espacio. Estos tonos claros y brillantes pueden funcionar como verdaderos “faros de luz” en determinados ambientes.

Es frecuente caracterizar el tipo de luz proporcionado por una fuente luminosa por su temperatura de color, en referencia a la temperatura (en grados Kelvin) que tendría un

radiador perfecto que proporcionase el mismo tipo de luz. A título de orientación la tabla adjunta muestra las temperaturas de color típicas de distintas fuentes luminosas.

Temperatura de color	Fuente luminosa
1.000 K	Luz de vela
2.500 - 3.500 K	Lámpara incandescencia
4.000 - 5.000 K	Fluorescentes "luz día"
5.000 - 6.000 K	Flash electrónico
6.000 - 7.000 K	Luz diurna día luminoso

Tabla 2. Equivalencia entre fuente luminosa y temperatura de color.

Aunque la temperatura del color puede ser un indicador aproximado del tipo de luz (distribución espectral) proporcionado por una fuente luminosa, se trata de una aproximación grosera de la SPD, que es siempre un indicador más exacto de esta magnitud.

En nuestro caso, la temperatura del color a utilizar para una buena reflexión estará entorno a los 3000-4000K.

Criterio	Nivel	Flexibilidad
Medición de luz en el mueble	El reflector debe reflejar la luz	0

Geometría del reflector

Una estudiada geometría del reflector puede utilizarse para repartir uniformemente el flujo luminoso generado por los tubos sobre la superficie a iluminar.

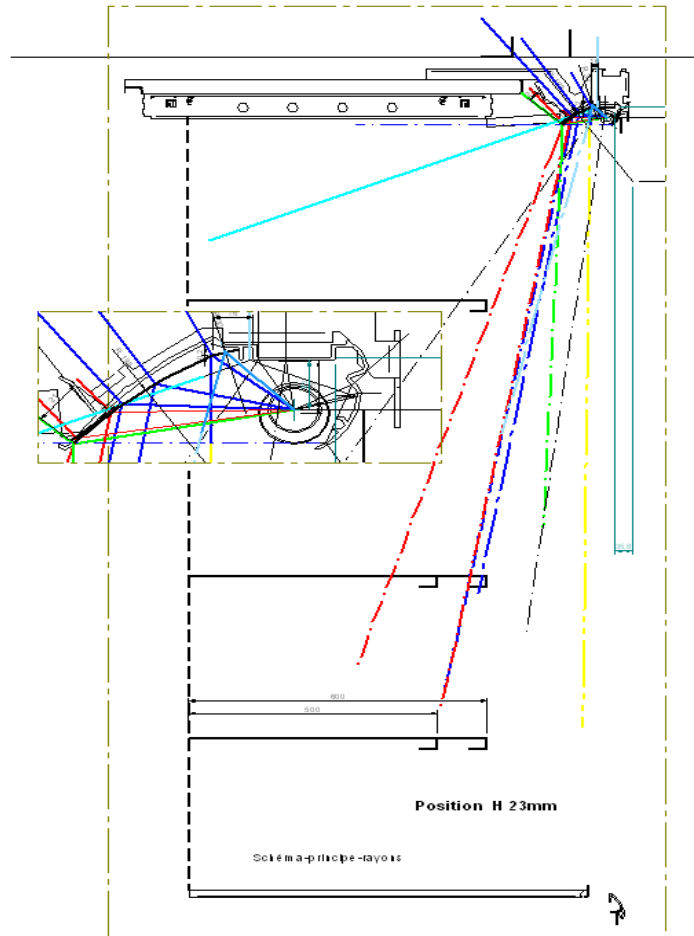


Fig 15. Geometría del reflector.

-Iluminación del mueble

Nos indica la cantidad de luz que llega a los diferentes puntos del mueble frigorífico debido a la reflexión de la pieza de aluminio. La luz la medimos en LUX.

Criterio	Nivel	Flexibilidad
Luz recibida en la base del mueble	300 lux	± 25%
Luz recibida en la parte central del mueble	800 lux	± 25%
Luz recibida en la parte superior del mueble	1900 lux	± 10%

FUNCION 2: Seguridad del usuario

Criterios:

Geometría segura

Criterio	Nivel	Flexibilidad
Geometría segura	El sistema final no debe presentar puntas ni elementos punzantes ni cortantes	0

Los componentes eléctricos y los cables deben cumplir las normas de seguridad eléctrica

Todos los componentes eléctricos y cables deben cumplir con la norma NFEN 60335-1 (23,24 y 26).

FUNCION 3: La pieza reflectante debe tener la suficiente rigidez como para soportar golpes

Criterios

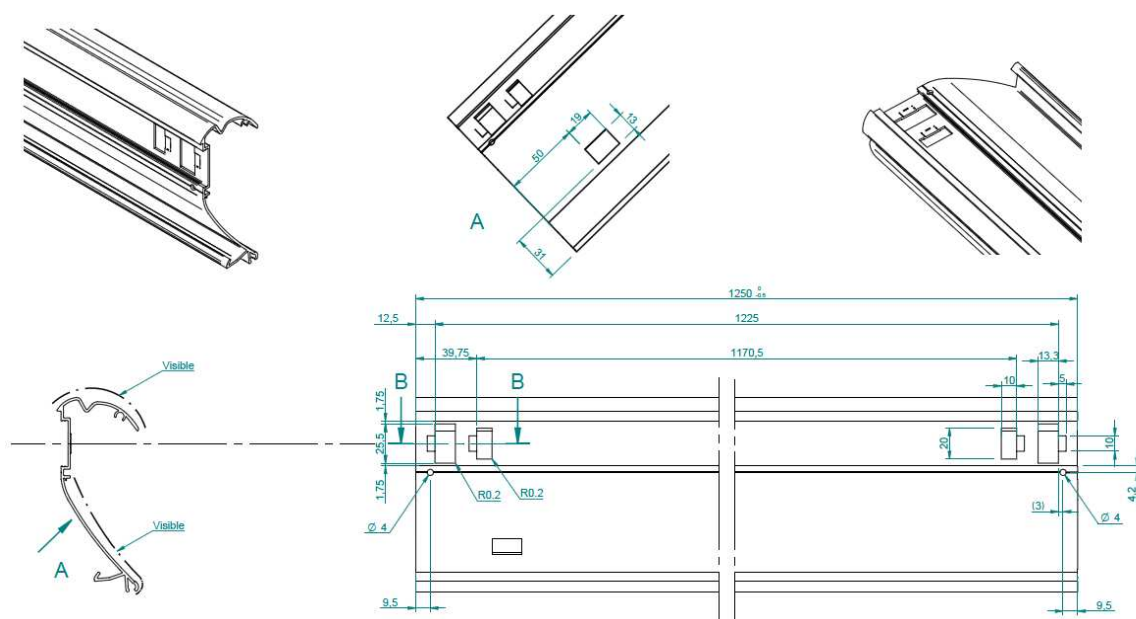
Resistencia mecánica golpes

El reflector debe cumplir los requerimientos internos Bonnet Névé. El ensayo se realiza de acuerdo a la especificación ID-RD 015, en el cual se realizan 3 test. Se coloca un disco de acero de 1 Kg. a una distancia de 0.1, 0.3 y 0.5 m de distancia del reflector, que lo fijamos al suelo. Lo dejamos caer con energía de 1, 3 y 5 Julios. No debe aparecer ninguna deformación en el material.

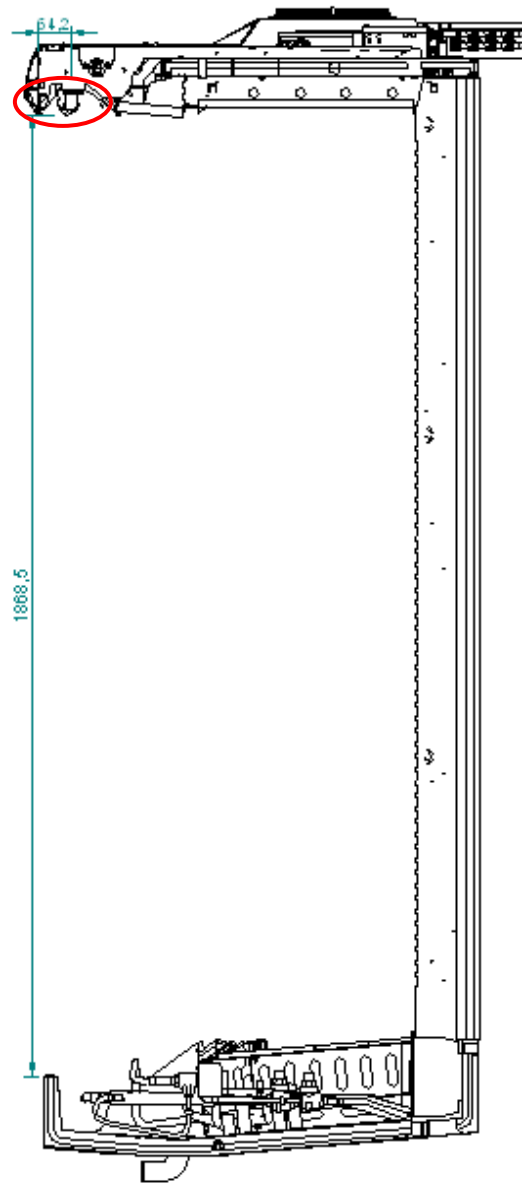
Criterio	Nivel	Flexibilidad
Resistencia a golpes	Ninguna deformación	0

FUNCION 4: El reflector debe estar contenido dentro del espacio disponible en el techo del mueble frigorífico.

Criterio	Nivel	Flexibilidad
Volumen	Detallado en plano funcional Véase detalle 2	0
Tamaño	Detallado en plano funcional Véase detalle 2	0
Posición - Orientación	Detallado en plano funcional Véase detalle 3	0



Detalle 2. Dimensiones del reflector.



Detalle 3. Posición y orientación del reflector.

FUNCION 5: El sistema de iluminación debe tener comunicación con los componentes electrónicos.

Criterios

Cables norma 60335-1

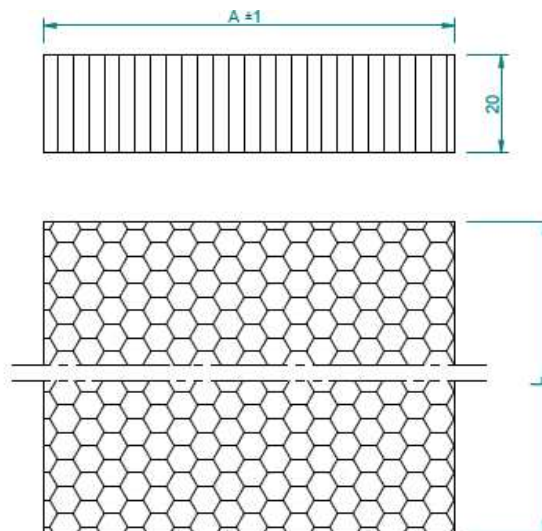
Se realizara la conexión entre todos los elementos electrónicos mediante cables, así como la alimentación del sistema. Para ello, todos estos cables deberán cumplir con el artículo 26 de la norma NFEN 60335-1.

FUNCION 6: El reflector debe sujetar el nido de abeja encargado de orientar el flujo de aire frío.

Criterios

Geometría y orientación nido de abeja

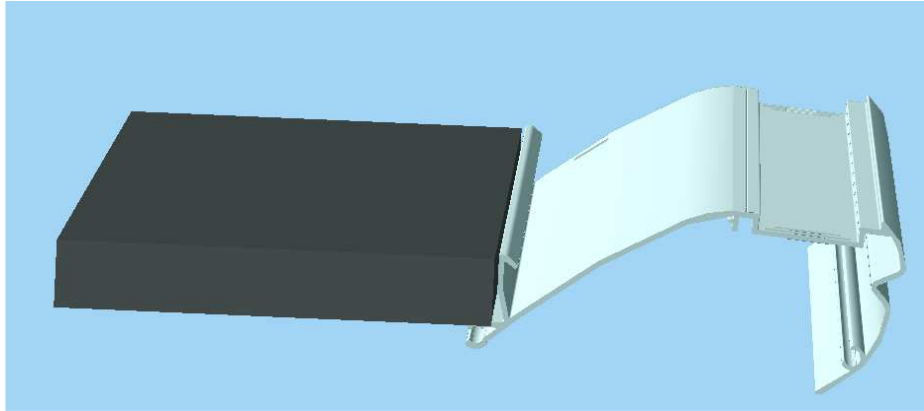
El reflector deberá tener una pestaña con las dimensiones y orientación adecuada para sujetar y orientar el nido de abeja.



SPECIFICATIONS:

Tubes diameter : 2,5 +/-0,3
 Ambient temperature : -10°C à 30°C
 Maximum temperature of storage : +70°C during 2 months
 No burr at the ends of the tubes
 No dust inside the tubes
 Matière : Polycarbonate dark gray - D-s1 (EN13501-1)

Detalle 4. Dimensiones nido de abeja.



Detalle 5. Posicionamiento nido de abeja.

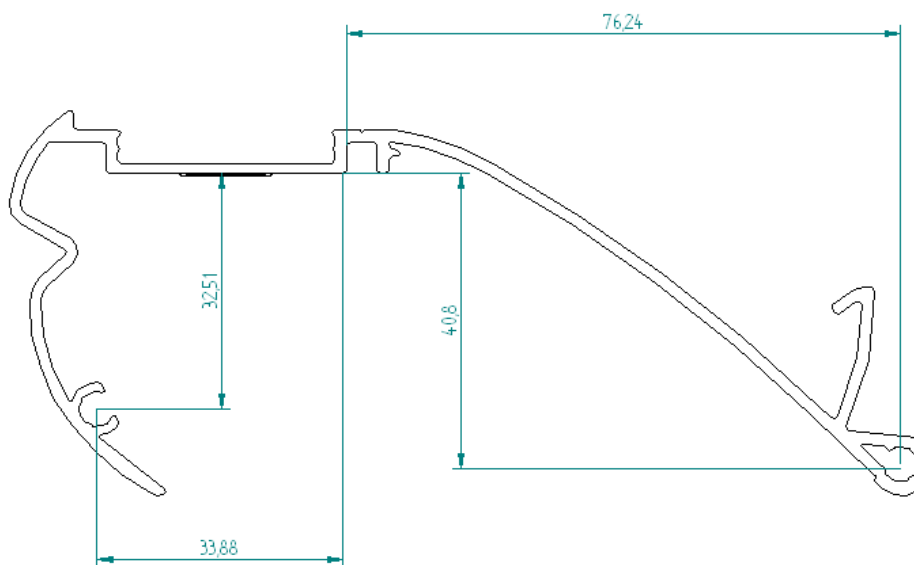
FUNCION 7: Alinear los diferentes módulos colocados en línea.

Criterios

Posición y orientación de la guía

Necesariamente coincidente en todos los sistemas para poder acoplarlos.

Criterio	Nivel	Flexibilidad
Posición y orientación de la guía	Detallado en plano funcional Véase Detalle 6	0

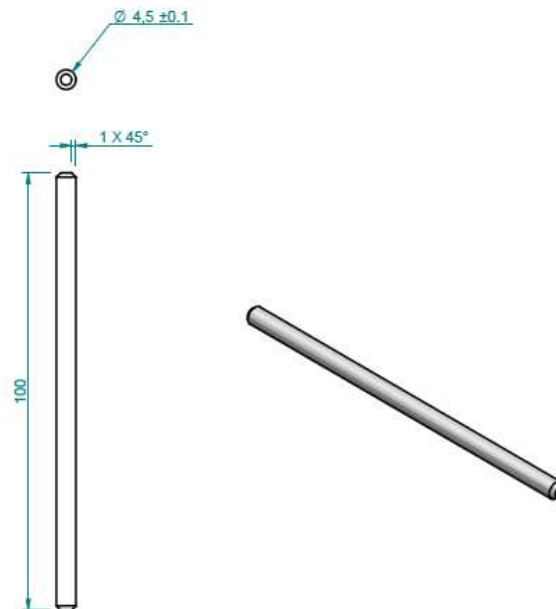


Detalle 6. Posición y orientación de la guía.

Forma de la guía

Necesaria para que haya un acoplamiento entre los distintos sistemas de iluminación colocados el línea

Criterio	Nivel	Flexibilidad
Forma de la guía	Detallado en plano funcional Véase Detalle 7	0



Detalle 7. Dimensiones de la guía.

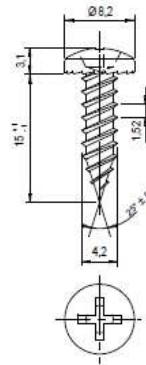
FUNCION 8: Debe estar fijada al techo del mueble frigorífico.

Criterios

Fijaciones

El sistema de iluminación esta sujeto al techo del mueble por 2 tornillos. Estos están separados 1228 mm.

Criterio	Nivel	Flexibilidad
Distancia entre fijaciones (ab)	1228 mm	±1 mm
Atornillado	4.2x15	0



Impronta Philips N/C
Drilling thickness : 0.4 mm to 0.8 mm

Empreinte Philips N/C
Epaisseur de perçage : 0.4mm à 0.8mm

Impronta Philips N/C
Spessore perforazione : 0.4 mm a 0.8 mm

Detalle 8. Dimensionamiento fijaciones.

Par de atornillado

Se debe asegurar un par de atornillado del sistema de iluminación sobre el techo.

Criterio	Nivel	Flexibilidad
Par de atornillado	17500N – 41300N	0

FUNCION 9: Debe soportar las condiciones atmosféricas del entorno (agua, frío,...)

Criterio

El sistema de iluminación esta en contacto con un amplio rango de temperaturas. Por tanto, deberá ser capaz de soportar y trabajar a estas temperaturas sin sufrir ningún tipo de daño. Además, tanto la condensación como líquidos que pueden llegar a el puede dañarlo, por lo que será importante su protección.

Resistencia al frío

El reflector debe cumplir los requerimientos internos Bonnet Névé. El ensayo se realiza de acuerdo a la especificación ID-RD 001. El sistema de iluminación es montado en el mueble. A continuación éste se expone a una temperatura de 3°C-4°C durante un espacio determinado de tiempo y ciclos. El sistema debe ser funcional y no presentar fallo operando a bajas temperaturas.

Criterio	Nivel	Flexibilidad
Resistencia al frío	El tubo debe ser funcional al terminar el test	0

Evitar condensación

De acuerdo con la norma prEN 441-2, la condensación se debe evitar realizando ensayos de aislamiento térmico.

Criterio	Nivel	Flexibilidad
Resistencia condensación	No se permite la condensación en el sistema de iluminación	0

FUNCION 10: El calor del sistema no debe calentar los alimentos expuestos.

Criterio

Distancia

La distancia entre el tubo luminoso y los alimentos debe de estar comprendido entre un mínimo y un máximo para evitar el calentamiento de los productos por convección.

Criterio	Nivel	Flexibilidad
Posición respecto productos expuestos	0.7 m	± 0.1 m

4.4. Diseño conceptual

El diseño conceptual consiste en plasmar todas las funciones y requerimientos técnicos en una solución de concepto basada en el campo físico, químico, geométrico, descontextualizándolo de sus características tecnológicas.

En otras palabras, el diseño conceptual trata de dar una respuesta conceptual a un problema planteado y definido por todas las especificaciones y requerimientos funcionales que anteriormente hemos identificado y analizado por medio del análisis funcional del producto.

El diseño conceptual genera diferentes conceptos del producto a partir de toda la información disponible y de la creatividad del equipo de diseño.

Esta fase conlleva a la descomposición la solución de diseño complejo en diferentes problemas o soluciones más sencillas. Se generan pues una serie de alternativas para su posterior elección.

La fase de diseño de concepto termina con la selección de la propuesta más acorde a las limitaciones y objetivos marcados. Esta fase analítica y altamente creativa es muy importante y se debería emplear suficiente tiempo en ella.

Una mala definición conceptual nos llevará a variar continuamente nuestro desarrollo de producto y probablemente a un producto final inadecuado.

4.4.1. Descomposición del problema

El problema principal con el que se encuentra la empresa utilizando este sistema de iluminación es el elevado coste. Para llegar a solucionarlo, lo que hacemos es ir descomponiendo este en sub-problemas de modo que los podamos tratar de manera mas profunda y así llegar a estudiar diferentes opciones y soluciones, manteniendo siempre las especificaciones y requerimientos funcionales anteriormente identificados.

La necesidad de cambio percibida por el equipo de diseño nos ha hecho dirigir nuestros estudios por diferentes caminos. En primer lugar hemos descompuesto todo el sistema actual para comprobar y estudiar el precio de todas y cada una de las piezas que lo conforman. Ya de ahí hemos llegado a la conclusión de que una de las piezas es la encargada de aumentar considerablemente el precio. Se trata de la pieza encargada de la reflexión de la luz. Esta confeccionada con aluminio, material con el que obtenemos una muy buena reflexión pero que es bastante caro.

En segundo lugar observamos como una nueva restructuración de los componentes, es decir, una colocación diferente puede hacernos prescindir de algunas de las piezas que actualmente se utilizan. Esto conllevaría a simplificar el sistema y así reducir el coste total.

Siempre es bueno innovar e ir modernizando el sistema a medida que salen al mercado productos que se han concebido para mejorar la calidad. Por ello investigaremos en que podemos mejorar y sustituir para alcanzar un mejor nivel de iluminación sin perder de vista nuestro objetivo, reducir el coste.

4.4.2. Generación de alternativas

A continuación vamos a desarrollar una serie de propuestas de cambio de diseño con objeto buscar una solución adecuada al problema descrito con anterioridad, es decir, buscar alternativas de diseño con las que alcanzaremos un sistema de iluminación mas económico a la vez que eficaz y con un sistema de montaje sencillo, sobre todo en cuanto al conjunto de elementos electrónicos y cableado.

Es importante que cada uno de los cambios que realicemos tanto en los materiales utilizados como en la posición de todos los elementos, aseguren que se siguen cumpliendo y satisfaciendo todos los requerimientos funcionales para los que el sistema ha sido diseñado.

El diseño inicial de los componentes y globalmente del sistema, responde al cumplimiento de todas las funciones y criterios de los requerimientos. En función de la modificación que realicemos en un componente, deberemos asegurar que éste sigue contribuyendo de igual manera en el cumplimiento de las funciones asociadas a él.

4.4.2.1. Sub-problema 1: Coste de la pieza reflectora

Tenemos diferentes soluciones conceptuales para el primer sub-problema, reducir el coste de la pieza encargada de soportar reflejar la luz.

4.4.2.1.1 Solución 1: Chapa

Esta solución consistirá en realizar una pieza reflectora bastante más sencilla que la utilizada hasta ahora, pero obteniendo una buena reflexión de la luz. La idea se basa en crear un perfil más simplificado, en el que la reflexión no será tan exacta y perfecta como en el de hasta ahora, ya que no tendremos la parábola definida para la reflexión, pero se alcanzaran niveles óptimos de luz en los distintos puntos del mueble. Para que esa luz se refleje lo mejor posible, se pintará la zona reflectora de color blanco. La estética seguirá siendo de buena calidad, así como el sistema de alineación y centrado que utilizamos. El coste total de su fabricación (corte, plegado, agujeros, pintura,...) será inferior al del aluminio.

Este tipo de solución se basa en partes de la antigua solución.

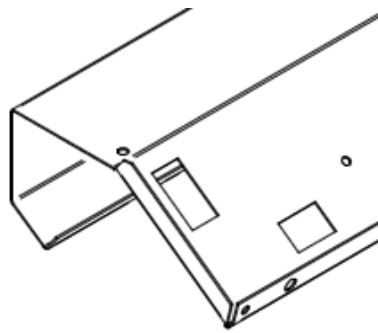


Fig 16. Solución reflector de chapa.

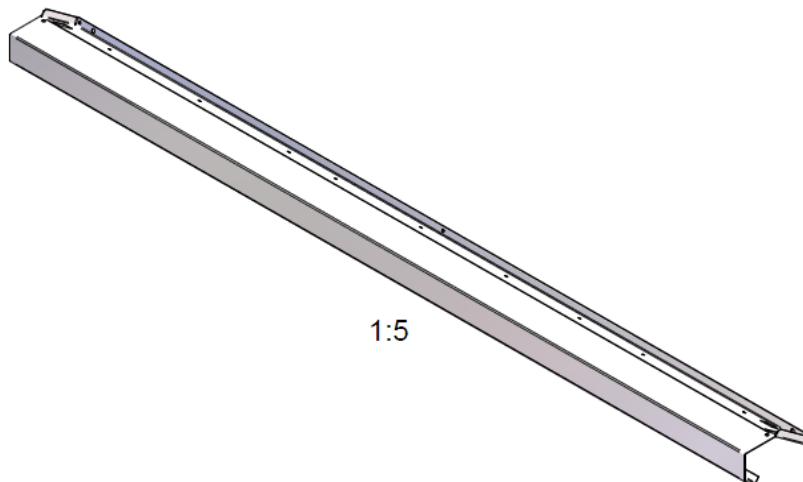


Fig 17. Solución reflector de chapa.

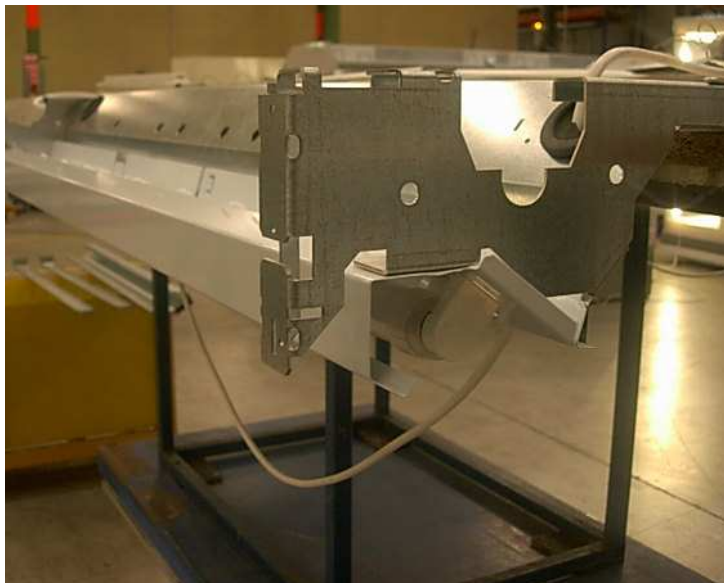


Fig 18. Ejemplo prototipo reflector de chapa.

COSTE

Pieza chapa.....	3.18€
Pintura.....	0.51€
Empaquetado y transporte.....	2.20€
<hr/>	
TOTAL.....	5.89€

Reflector chapa	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
-Precio menor -Ninguna modificación línea montaje -Perfil más simplificado	-Diferente perfil, poca experiencia sobre reflexión -Estética

4.4.2.1.2. Solución 2: Plástico + cara reflectante

Para esta solución lo que realizamos es la pieza reflectante en plástico mediante la técnica de extrusión. El plástico es un material que puede resistir sin problema el frío de estos muebles frigoríficos, así como el calor emitido por el tubo luminoso. Existe un espacio entre el perfil reflectante y el tubo que será el encargado de ventilar ese calor emitido por convección. De este modo, el plástico no sufre ninguna alteración. La función de alineación será igual de efectiva.



Fig 19. Prototipo reflector de plástico + cara reflectante.



Fig 20. Prototipo reflector plástico + reflectante.

Esta solución se basa en la utilización de un plástico, cubriendo una de sus caras, la utilizada para la reflexión de la luz, por un material reflectante. Lo que conseguimos de este modo es conseguir la mejor iluminación posible en la parte frontal del frigorífico. Para ello utilizaremos film de poliéster. El plástico será de un color claro para mejorar la calidad de la estética.

COSTE

Pieza plástico + cara reflectante.....	7.20€
Empaquetado y transporte.....	4.50€

TOTAL.....	11.70€
------------	--------

Reflector plástico + cara reflectante	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
-Mismo perfil, experiencia sobre reflexión -Precio menor -Ninguna modificación línea montaje -Estética	-Menor rigidez -Menor resistencia térmica

4.4.2.2. Sub-problema 2: Colocación elementos electrónicos

Para la generación de la luz e iluminar el mueble, necesitamos un conjunto de elementos electrónicos. Hoy en día su posicionamiento no es el más adecuado, ya que está colocado alejado del tubo de neon, por lo que los cables tendrán que recorrer un camino entre los dos elementos. Esto hace que necesitemos un sistema para tapar y proteger esos cables, ya que sino pueden causar una serie de problemas que no nos convienen. Además, es necesaria la utilización de sujetas cables para que puedan estar colocados en el lugar adecuado. Tendremos que buscar una posición adecuada de este conjunto de componentes electrónicos.

Existen diferentes soluciones conceptuales para que el sistema sea más sencillo y la colocación de estos componentes y de los cables sea más cercana al tubo. A continuación pasamos a describir las siguientes:

4.4.2.2.1. Solución 1: Colocación directa encima del reflector

Esta solución es únicamente cambiar la posición de todo el conjunto de elementos eléctricos (balasto, estártter,...) encima del elemento reflector. Para ello debemos cambiar el diseño de la pieza reflectora y hacer un hueco en su parte superior para poder ubicar estos elementos. Además de esto, es importante taparlos y protegerlos, por lo que habrá que pensar en colocar un recubrimiento que seamos capaces de cliparlo al reflector con facilidad y a su vez haga esa función de protección. De esta modo, la manipulación por parte del personal no conllevara ningún riesgo, tanto para el como para el sistema, en cuando a danos o deterioro de cables o elementos eléctricos.

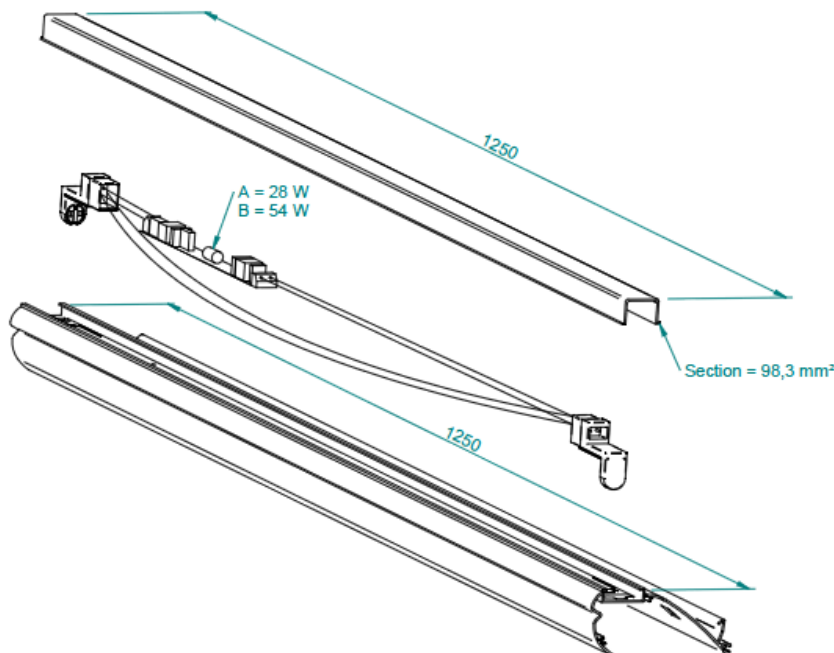


Fig 21. Colocación directa elementos electrónicos sobre reflector.

COSTE

Elementos electrónicos.....12.70€

Tapa plástico.....1.90€

TOTAL.....14.60€

Colocación directa encima del reflector	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
-Cercanía elementos electrónicos -Menor longitud de cables -No necesidad de tapa cubrecables -Ahorro en costes	-Necesidad tapa cubre elementos electrónicos
-Mayor seguridad	

4.4.2.2. Solución 2: Disposición directa regleta completa

Una de las soluciones más económicas es la de utilizar una regleta completa, en la que tenemos todos los elementos electrónicos necesarios, los casquillos para el tubo de iluminación y una protección que tapa todo el sistema, incluidos los cables. De este modo, ya no es necesario el uso de una tapa protectora. Todo está en el interior. Su colocación sobre el reflector lo podemos hacer de dos maneras diferentes: mediante un clipaje o una fijación utilizando pegamento.

Para su colocación en muebles de diferentes longitudes, podremos disponer de regletas con continuidad o sin continuidad. Para muebles de longitud superior a la de la regleta, el único elemento a añadir será un cable de unión entre el terminal macho de una y el hembra de la otra.

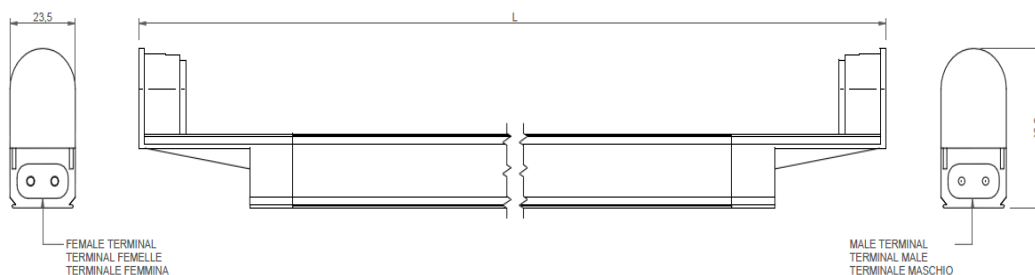


Fig 22. Dimensionado regleta completa.

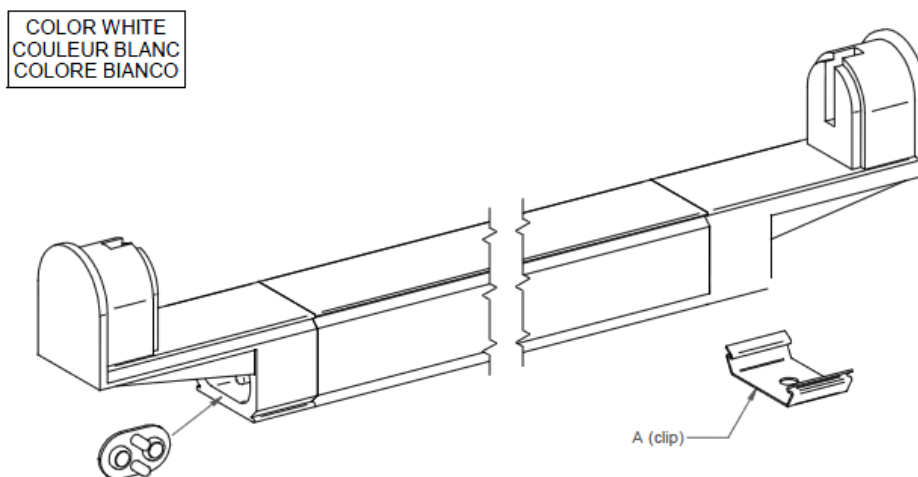


Fig 23. Regleta completa.

COSTE	
Regleta, empaquetado y transporte.....	13.48€
TOTAL.....	13.48€

Disposición directa regleta completa	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
-Cercanía elementos electrónicos	-Necesaria pieza para clipar
-Menor longitud de cables	
-No necesidad de tapa cubrecables ni cubre elementos electrónicos	
-Ahorro en costes	
-Posibilidad de continuidad entre regletas	
-Mayor seguridad	

4.4.2.3. Sub-problema 3: Tecnologías innovadoras

4.4.2.3.1 Solución 1: Iluminación mediante LEDs

La utilización de LEDs esta siendo cada día una solución mas y mas utilizada en diferentes campos del mundo de la iluminación. Diodo emisor de luz, también conocido como LED (acrónimo del inglés de Light-Emitting Diode) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica. Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia. El color (longitud de onda), depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo y puede variar desde el ultravioleta, pasando por el visible, hasta el infrarrojo.

Esta solución consistiría en la colocación de lámparas LED en el lugar de los actuales tubos fluorescentes. Por tanto, el posicionamiento con respecto al reflector será el mismo, y por consiguiente, la reflexión.

La utilización del sistema actual de iluminación tiene ciertas debilidades que seria conveniente solucionar:

- Deterioro de productos debido a la exposición a rayos UV y IR.
- Elevado consumo energético
- Corta duración y necesaria reparación frecuente
- Iluminación ideada para trabajar a temperatura ambiente. En mueble de baja temperatura de funcionamiento, disminución importante de prestaciones



Lámparas halógenas:

- Eficacia débil (~20 lm/w)
- Fuerte radiación de calor
- Duración breve, ~3k



Tubos fluorescentes:

- Buena eficacia (~90 lm/w)
- Radiación IR y UV
- Bornes a alta temperatura
- Duración 10-20 k hr

¿Por qué utilizar LEDs?

- Larga vida
- Alta eficacia energética
- Robustez y fiabilidad = mantenimiento mínimo
- Seguridad = baja tensión
- No provoca deterioro de género (no emiten radiación UV ni IR)
- Ecológico = consumición baja y conformidad con la norma ROHS (ausencia de mercurio y plomo)



Fig 24. Ejemplo de lámpara de LEDs.

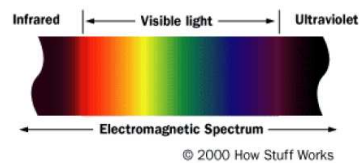
Vamos a hacer una comparación de los sistemas actuales de iluminación mediante tubos fluorescentes con respecto a la tecnología LED.

LED ~80 lm/Watio

- Luz orientable
- Perfil bajo/longitud variable
- Baja tensión de seguridad 24VDC
- Robustez/ninguna toxicidad
- Puesta en marcha instantánea
- Distribución de calor uniforme
- Adaptado para bajas temperaturas
- No produce UV ni IR
- Larga vida
- Fin de vida con extinción progresiva

FLUORESCENTE ~90 lm/Watio

- Luz a 360°
- Perfil molesto/longitud fija
- Tensiones peligrosas ~600V
- Cristal frágil/toxicidad mercurio
- Puesta en marcha e iluminación lenta
- Bornes a temperatura muy alta
- Problemas funcionamiento a baja temperatura
- Radiación UV y IR
- Baja duración
- Ruptura brusca y completa: oscuridad total



COSTE

Lámpara LEDs + empaquetado + transporte.....87€

TOTAL.....87€

Ilumination mediante LEDs	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
-Larga vida -Eficacia energética -No emite radiación UV ni IR -Iluminación mas constante	-Precio elevado -Peor intensidad de iluminación

4.4.3. Combinación de alternativas y elección diseño final

Contamos pues con diferentes alternativas para los diferentes sub-problemas en los que hemos descompuesto el problema principal, reducción del coste. Podemos verlas claramente en el siguiente diagrama morfológico:

		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
SUB-PROBLEMA 1	Reducción coste reflector	Chapa	Plástico + cara reflectante
SUB-PROBLEMA 2	Colocación elementos electrónicos	Colocación directa reflector	Disposición directa regleta completa
SUB-PROBLEMA 3	Tecnologías innovadoras	Iluminación mediante LEDs	

El equipo de diseño debe elegir la solución más idónea que mejor se adapte a las necesidades detectadas.

A primera vista, para reducir los costes, la opción de chapa seria la más adecuada, pero nos decantamos por el plástico con una superficie recubierta de film reflectante debido a su mejor reflexión y a la calidad y estética del material.

Vamos a optar por la colocación de iluminación mediante LEDs, por lo que necesitaremos un transformador que lo colocaremos directamente sobre el reflector, y lo taparemos con una tapa de plástico como medida de seguridad.

En nuestro caso la alternativa elegida para poder solucionar nuestro problema será la siguiente:

		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
SUB-PROBLEMA 1	Reducción coste reflector	Chapa	Plástico + cara reflectante
SUB-PROBLEMA 2	Colocación elementos electrónicos	Colocación directa reflector	Disposición directa regleta completa
SUB-PROBLEMA 3	Tecnologías innovadoras	Iluminación mediante LEDs	

En concreto, el sistema contendrá la siguiente combinación de alternativas:

- Reflector de plástico con superficie reflectante mediante film en poliéster con acabado metálico.
- Colocación directa sobre el reflector de los elementos electrónicos necesarios para el funcionamiento, además de una tapa protectora que cubra estos elementos y también los cables.
- Sistema de iluminación mediante LEDs, colocado exactamente en el mismo lugar que hoy en día.

En las siguientes etapas vamos realizar el estudio detallado de esta solución elegida

4.5. Diseño preliminar

En la presente propuesta vamos a realizar un cambio de diseño del sistema de iluminación y los vamos a sustituir por una serie de elementos y posiciones de estos de modo que el sistema posea las características necesarias para realizar todas sus funciones. De esta manera estaremos asegurando el cumplimiento de los requerimientos funcionales. Vamos a explicar cada una de las tres modificaciones realizadas de manera mas precisa.

Prescindiremos de la actual lámpara fluorescente y en su lugar colocaremos otra que su funcionamiento esta basado en LEDs. El motivo del ejercicio de eliminación de la lámpara fluorescente es el de buscar una solución que cumpla el requerimiento de alcanzar una buena iluminación a la vez que reduce el coste. Ya desde un primer momento nos encontramos con que una lámpara LED es bastante más cara que los tubos actuales. Pero tras realizar un estudio, lo que podemos decir es que el gasto de energía con este tipo de lámparas novedosas es bastante inferior al sistema actual. La inversión inicial realizada se puede superar, en cuanto a ahorro de energía, en un periodo aproximado de 4 años. Por tanto, esta solución claramente aumenta el precio de nuestro muebles, pero con el tiempo ese aumento en el precio se vera compensado en un ahorro energético y económico del cliente. Debemos recordar que hoy en día el precio de los LED es elevado pero con el tiempo se prevé una reducción de su coste.

A continuación se muestra una grafica de estimación del tiempo de recuperación del capital invertido.

Fig.1 Estimación tiempo de recuperación del capital invertido

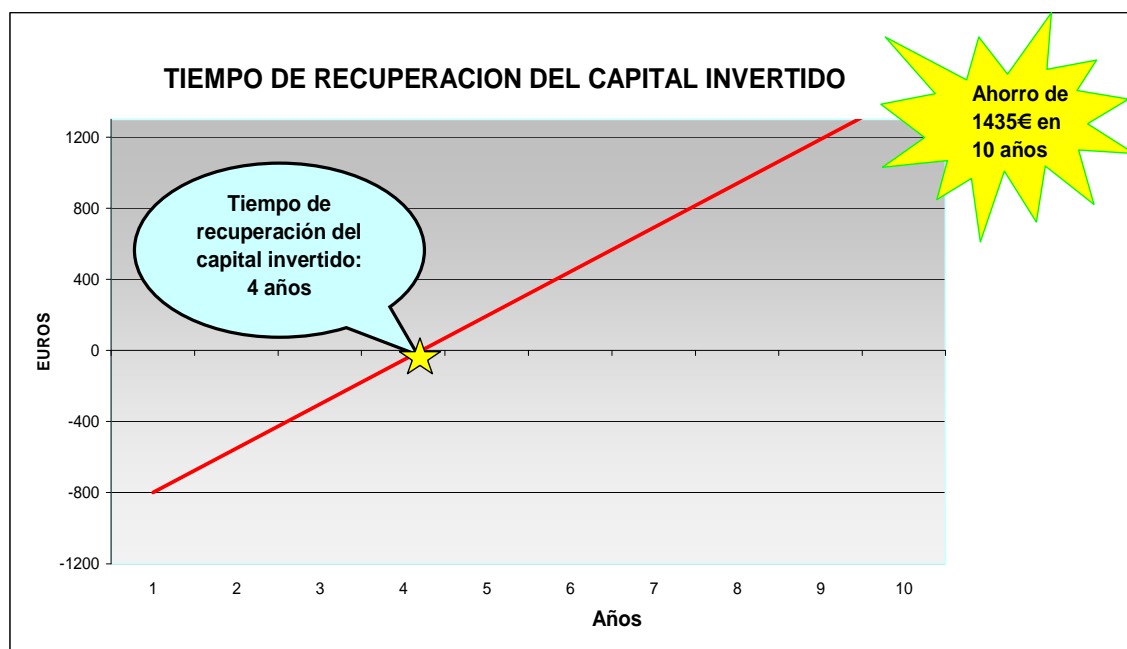


Fig 25. Tiempo recuperación del capital invertido.

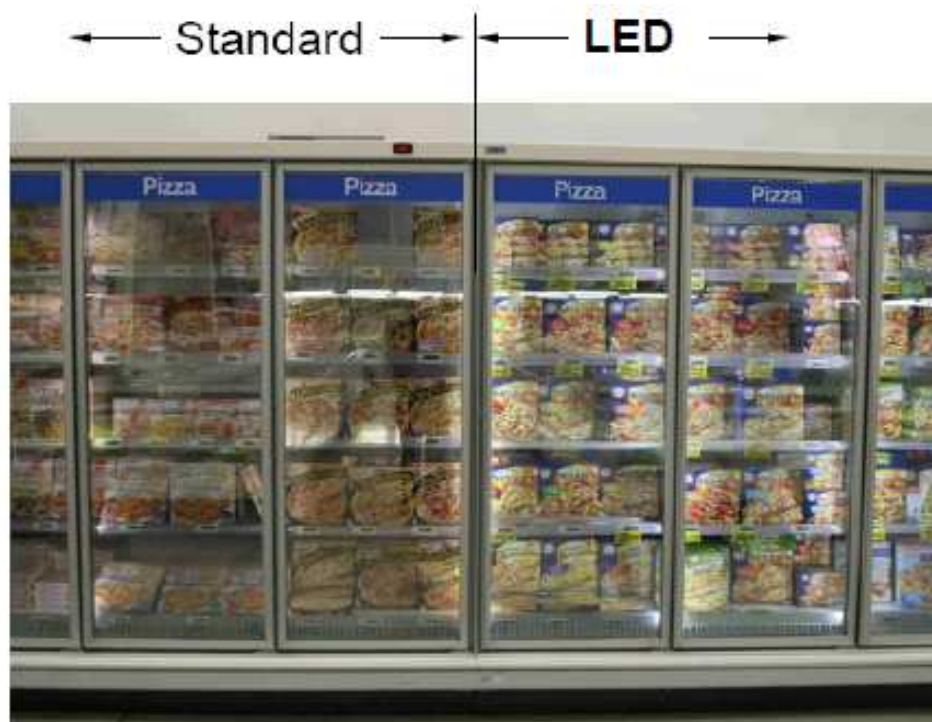


Fig 26. Comparación iluminación sistema actual y sistema de LEDs.

La solución propuesta en este apartado consiste en la colocación de lámparas que contiene el sistema de LEDs integrado, de modo que nos emita luz que a su vez será reflejada por uno de los elementos que conforman este sistema de iluminación. El objetivo es iluminar el máximo de puntos posibles de nuestro mueble.

La nueva lámpara se colocaría al igual que en la actualidad, en el mismo punto de la línea de montaje.

FLUORESCENTE

LED



Fig 27. Iluminación sistema fluorescente y sistema de LEDs.

Los tipos de lámparas propuestos que mejor se adaptan a estos requerimientos son:

- LED BELLY LIGHT transparente
- LED BELLY LIGHT opaco
- LED under-shelf

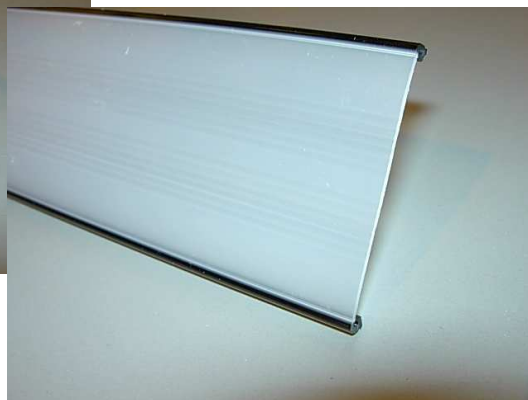
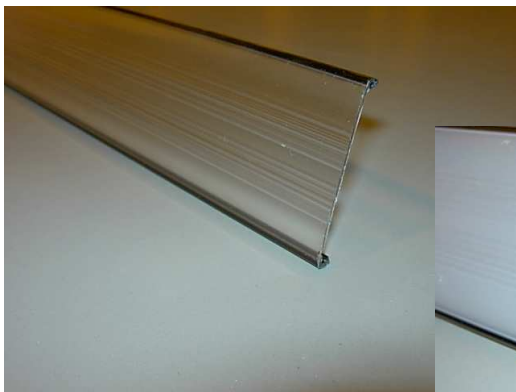


Fig 28. Tres tipos de lámparas de LEDs.

Estas tres soluciones son adecuadas para nuestro propósito, por lo que vamos a realizar un estudio de las tres comparándolo con la solución actual, y a partir de ahí sacaremos conclusiones.

Test en laboratorio de diferentes sistemas de iluminación

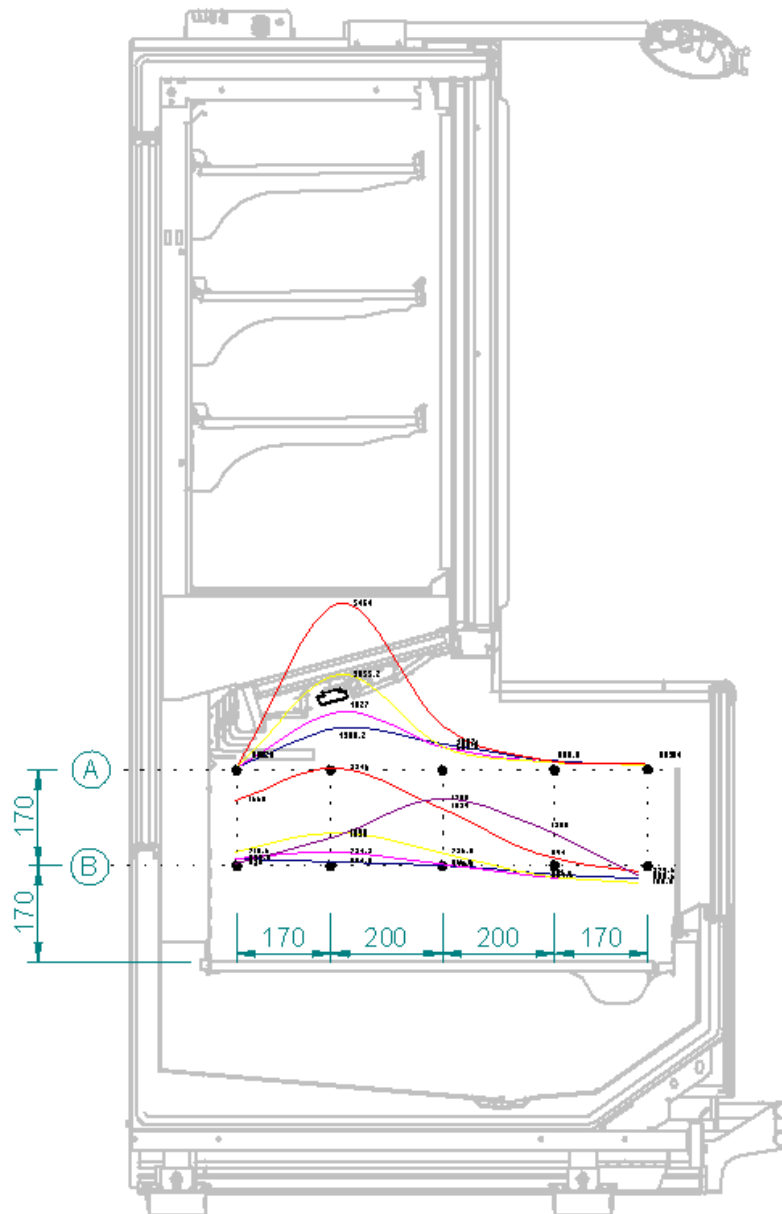


Fig 29. Curvas de iluminación de distintos sistemas en distintos puntos del mueble.

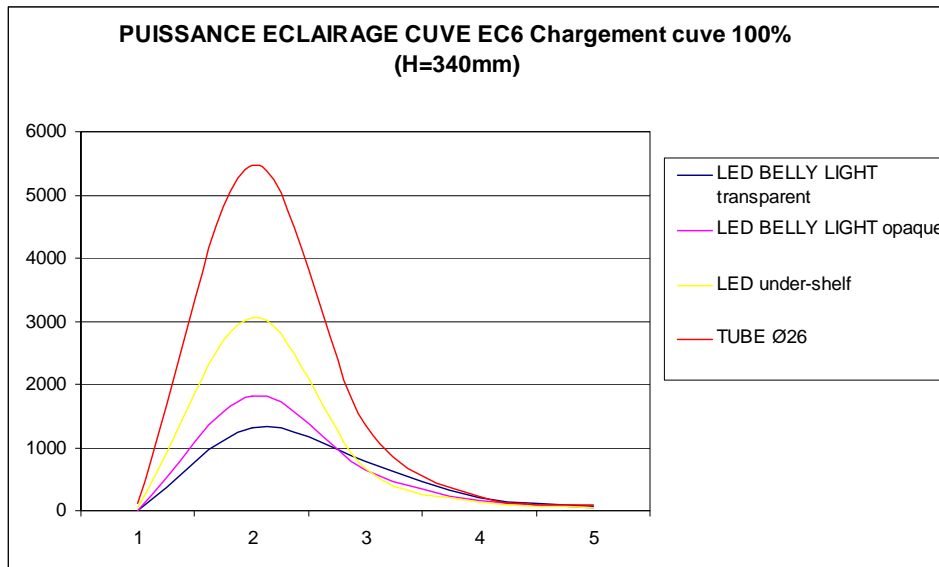


Fig 30. Potencia iluminación con cubo lleno al 100%.

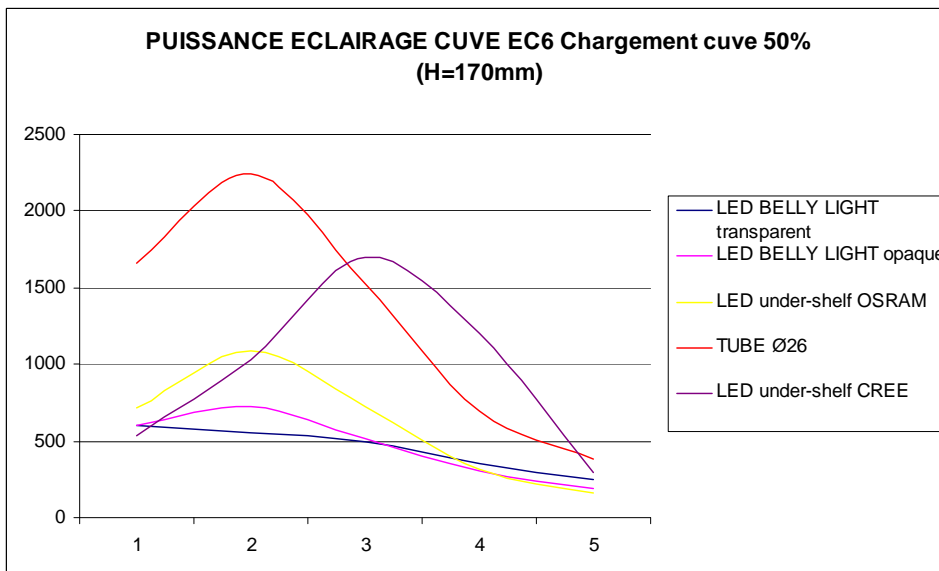


Fig 31. Potencia iluminación con cubo lleno al 50%.

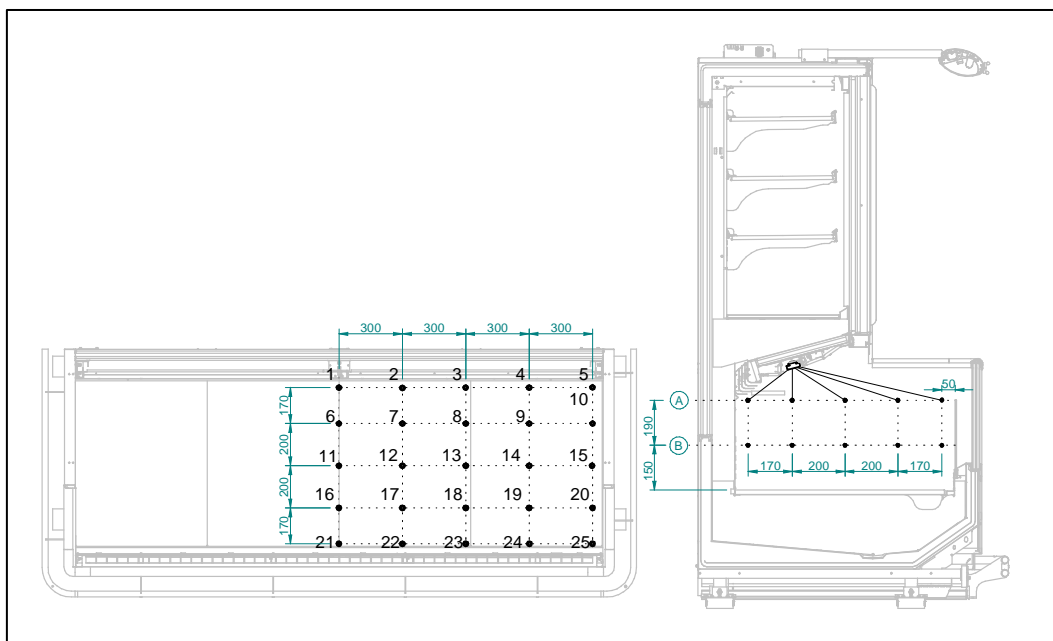


Fig 32. Puntos de medición de potencia de iluminación.

DATOS:

Mueble EC6 H22 L2500 interior cubo gris RAL7036 brillante

2 x iluminación LED belly light L1210mm (Nualight)

Potencia: 21W para L1210mm

Cobertura difusora: Transparente (Cobertura policarbonato coextrusionado nº2. Transmisión luminosa > 85%)

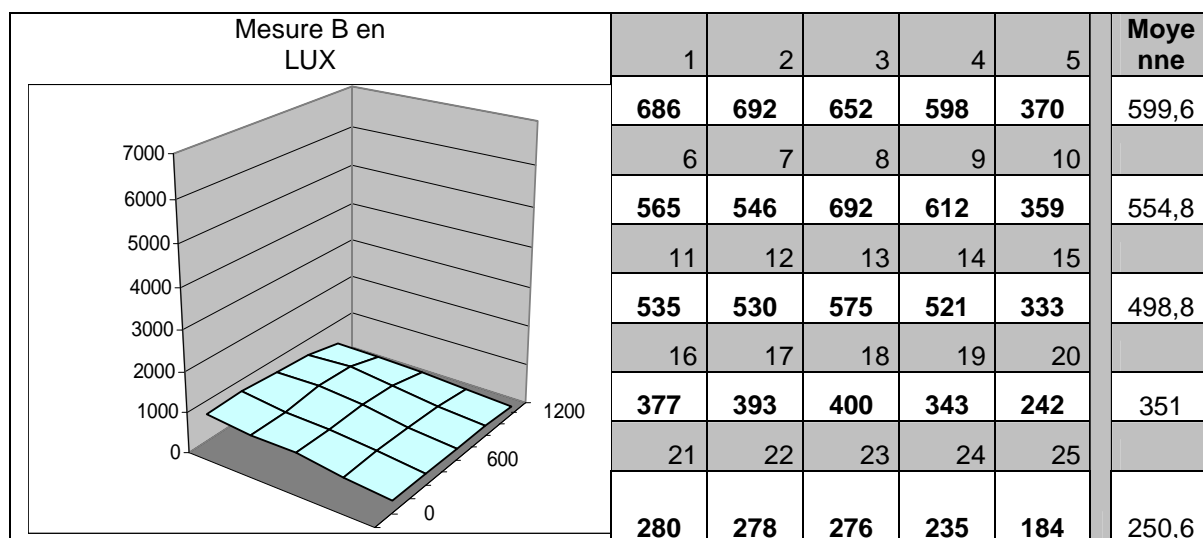
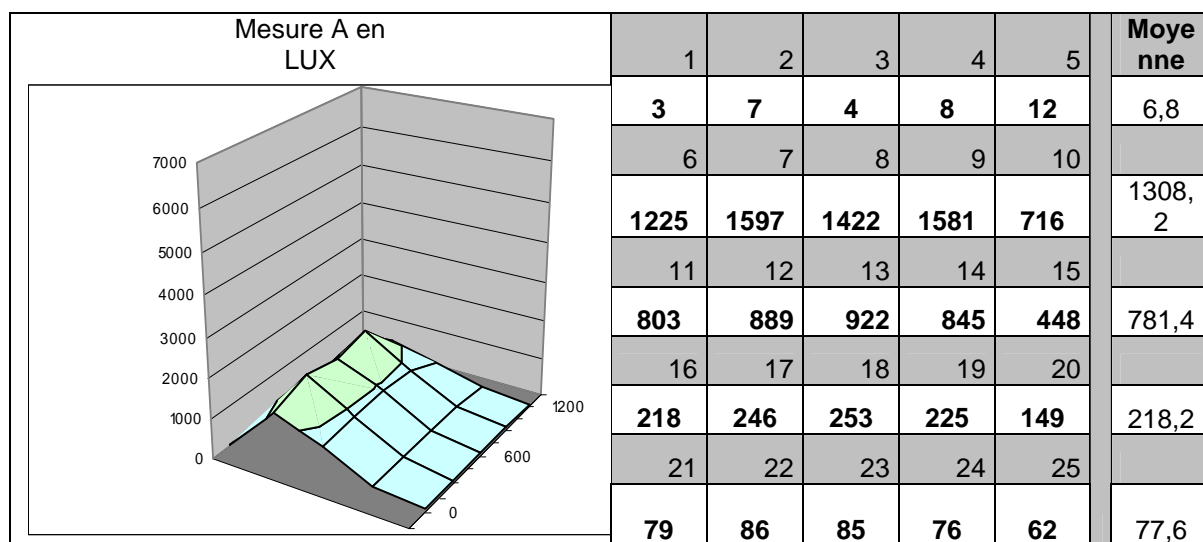
Temperatura color: 5200°K

Alimentación transformador DELTA 80W



Condición:

Laboratorio Hendaye local C en la oscuridad
 20°C



DATOS:

Mueble EC6 H22 L2500 interior cubo gris RAL7036 brillante

2 x iluminación LED belly light L1210mm (Nualight)

Potencia: 21W para L1210mm

Cobertura difusora: Opaco (Cobertura policarbonato coextrusionado nº6 con pigmentación.

Transmisión luminosa > 85%)

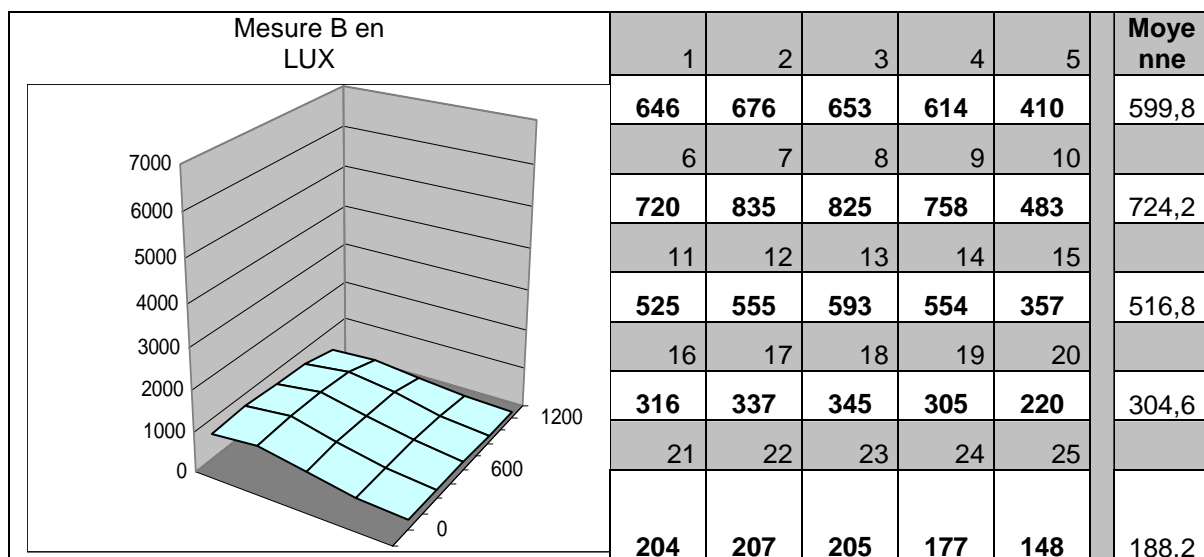
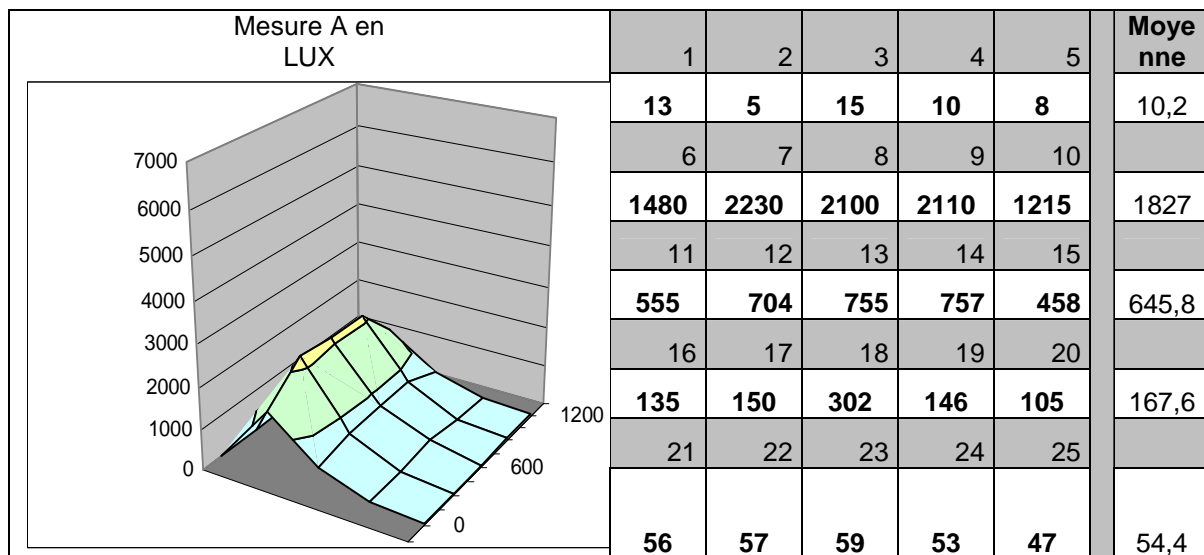
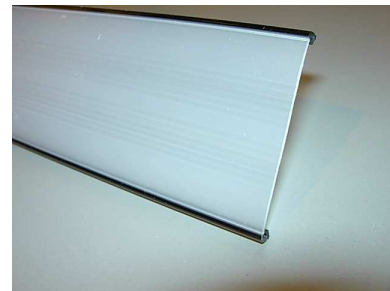
Temperatura color: 5200°K

Alimentación transformador DELTA 80W

Condición:

Laboratorio Hendaye local C en la oscuridad

20°C



DATOS:

Mueble EC6 H22 L2500 interior cubo gris RAL7036 brillante

2 x iluminación LED Under-shelf L1210mm (Nualight)

Potencia: LED 1W OSRAM (paso 98mm)

Cobertura difusora: /

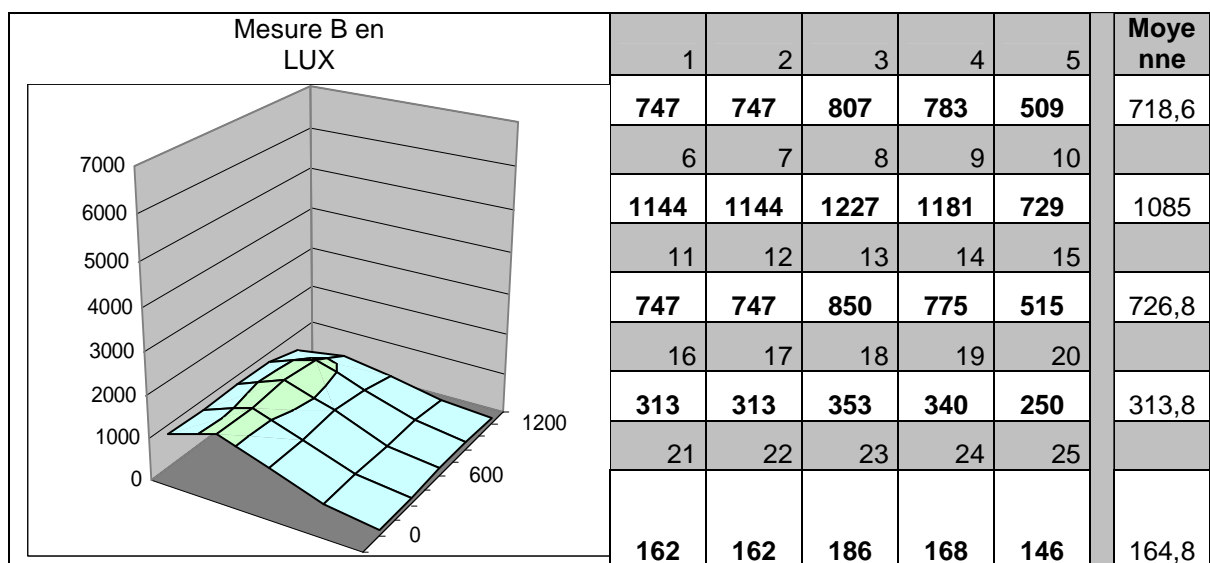
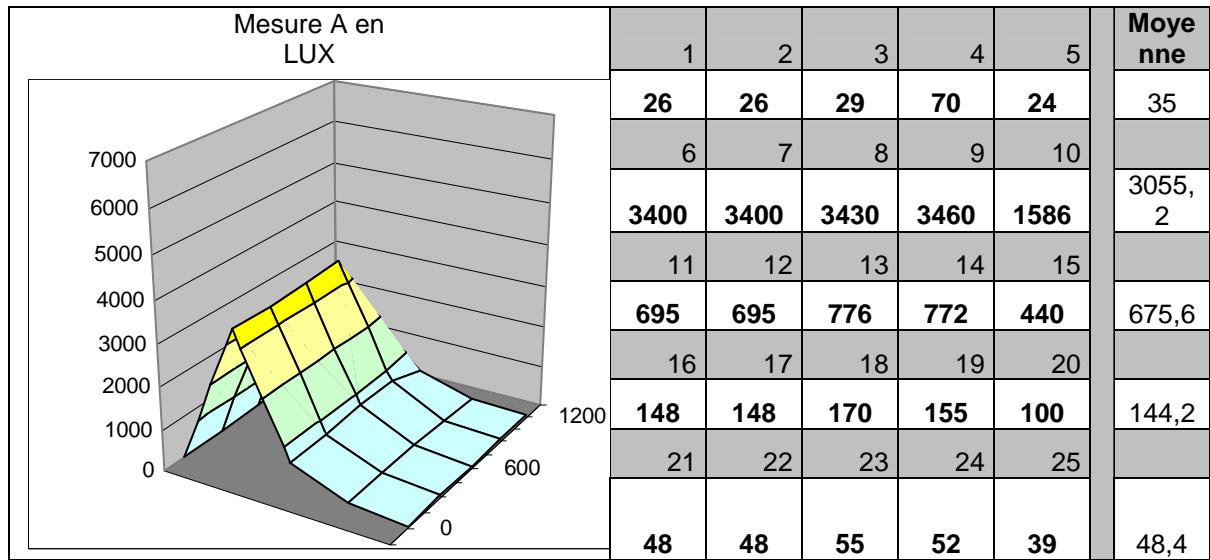
Temperatura color: 5200°K

Alimentación transformador DELTA 80W

Condición:

Laboratorio Hendaye local C en la oscuridad

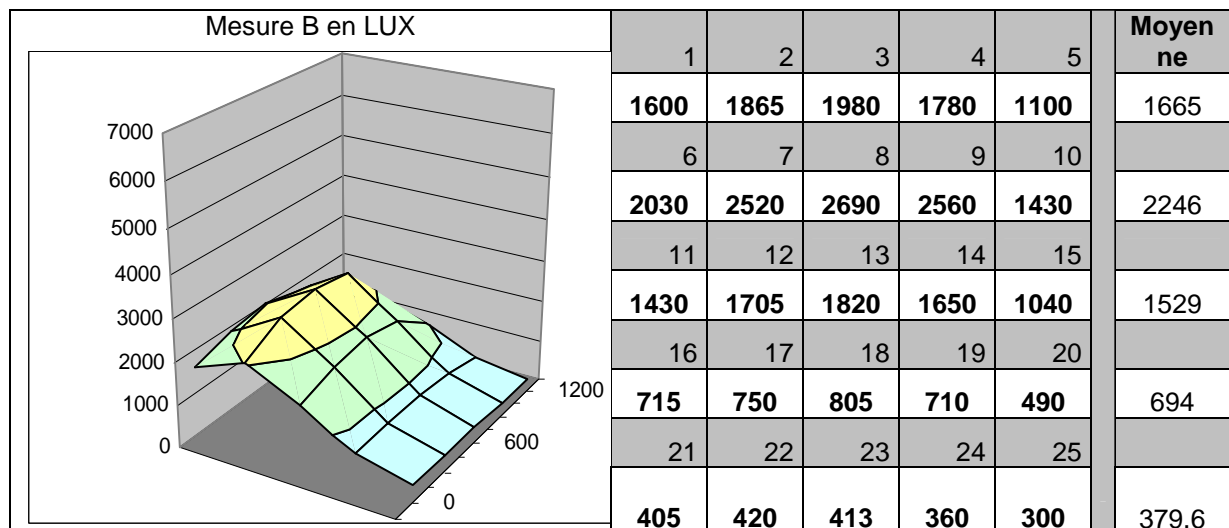
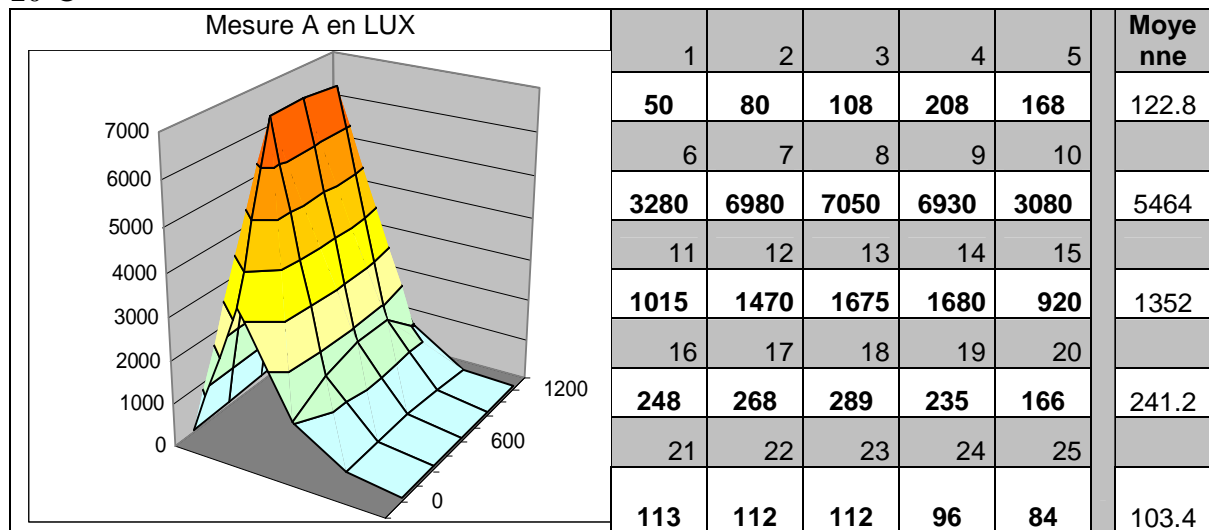
20°C



DATOS:

Mueble EC6 H22 L2500 interior cubo gris RAL7036 brillante
 2 x tubo D26 L1250 (Phillips TL-D) + protección tubo translucida
 Potencia: 36W
 Temperatura color: 33
 Alimentación Balasto ferromagnético VOSSLOH 50Hz 36W 230V

Condición:
 Laboratorio Hendaye local C en la oscuridad
 20°C



Tras estos ensayos, la lámpara LED elegida es la Under-Shelf, ya que es la que obtiene valores mas altos y uniformes a lo largo de toda la cavidad del cajón del mueble frigorífico, acentuándose más en la parte inferior del mueble.

Una gran ventaja encontrada a lo largo de los test realizados con los LEDs, es que su iluminación es muy uniforme a lo largo de todos los puntos del cubo que esta iluminando. Es clara la diferencia entre los LEDs y los tubos fluorescentes. Estos últimos iluminan bastante mas en la zona que tienen justamente por debajo, pero todos los demás puntos están peor iluminados. Estos picos de luminosidad no nos resultan interesantes a la hora de iluminar el mejor posible para mejorar la visibilidad y claridad de los productos. Por tanto, la tecnología LED parece ser una forma de iluminación mucho más constante y uniforme.

La lámpara de LEDs la colocaremos sobre una placa de chapa que, por un lado ira fijada a la pieza encargada de la reflexión y por otro, le daremos cierta forma para que pueda ser clipada y así su colocación como extracción será más sencilla. Utilizaremos los agujeros que anteriormente usábamos para colocar los casquillos como paso de cables y de las puntas de los tornillos de sujeción de la lámpara. El punto de unión de la placa sujeta-lámpara al reflector será el punto que hasta ahora se utilizaba para unir al reflector al techo, cosa que continuara siendo igual. Por tanto en este punto de unirán tanto la placa al reflector como este al techo.

Por otro lado, este tipo de lámparas evacuan mucho menos calor que los tubos tradicionales, por lo que supondrá una gran ventaja en cuanto al calentamiento de los alimentos colocados en las bandejas interiores. Los tubos emiten mucha energía calorífica que va directamente a parar a los productos expuestos, y por tanto, su temperatura aumenta, cosa que no nos interesa. En el caso de LEDs esto se minimiza de manera considerable.

Información de apoyo

LED (Lighting-Emitting Diode) ¿En qué consiste? Normativa

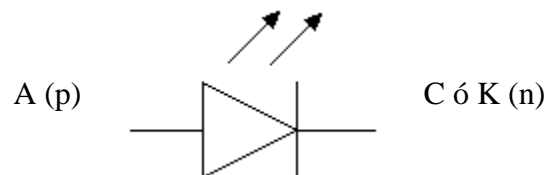
Diodo emisor de luz, también conocido como LED (acrónimo del inglés de Light-Emitting Diode) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica. Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia. El color (longitud de onda), depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo y puede variar desde el ultravioleta, pasando por el visible, hasta el infrarrojo.

El funcionamiento físico consiste en que, en los materiales semiconductores, un electrón al pasar de la banda de conducción a la de valencia, pierde energía; esta energía perdida se puede manifestar en forma de un fotón desprendido, con una amplitud, una dirección y una fase aleatoria. El que esa energía perdida cuando pasa un electrón de la banda de conducción a la de valencia se manifieste como un fotón desprendido o como otra forma de energía (calor por ejemplo) va a depender principalmente del tipo de material semiconductor.

Cuando un diodo semiconductor se polariza directamente, los huecos de la zona p se mueven hacia la zona n y los electrones de la zona n hacia la zona p; ambos desplazamientos de cargas constituyen la corriente que circula por el diodo. Si los electrones y huecos están en la misma región, pueden recombinarse, es decir, los electrones pueden pasar a "ocupar" los

huecos, "cayendo" desde un nivel energético superior a otro inferior más estable. Este proceso emite con frecuencia un fotón en semiconductores de banda prohibida directa o "direct bandgap" con la energía correspondiente a su banda prohibida (véase semiconductor). Esto no quiere decir que en los demás semiconductores (semiconductores de banda prohibida indirecta o "indirect bandgap") no se produzcan emisiones en forma de fotones; sin embargo, estas emisiones son mucho más probables en los semiconductores de banda prohibida directa (como el Nitruro de Galio) que en los semiconductores de banda prohibida indirecta (como el Silicio). La emisión espontánea, por tanto, no se produce de forma notable en todos los diodos y sólo es visible en diodos como los LEDs de luz visible, que tienen una disposición constructiva especial con el propósito de evitar que la radiación sea reabsorbida por el material circundante, y una energía de la banda prohibida coincidente con la correspondiente al espectro visible. En otros diodos, la energía se libera principalmente en forma de calor, radiación infrarroja o radiación ultravioleta. En el caso de que el diodo libere la energía en forma de radiación ultravioleta, se puede conseguir aprovechar esta radiación para producir radiación visible, mediante sustancias fluorescentes o fosforescentes que absorban la radiación ultravioleta emitida por el diodo y posteriormente emitan luz visible.

El dispositivo semiconductor está comúnmente encapsulado en una cubierta de plástico de mayor resistencia que las de vidrio que usualmente se emplean en las lámparas incandescentes. Aunque el plástico puede estar coloreado, es sólo por razones estéticas, ya que ello no influye en el color de la luz emitida.



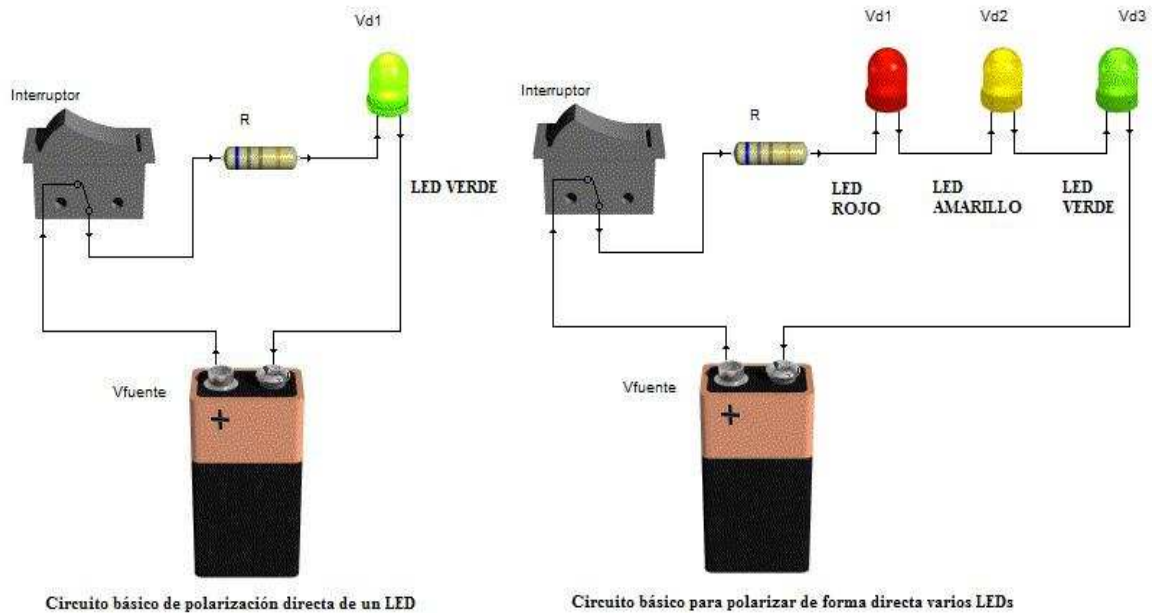
Representación simbólica del diodo LED

Usualmente un LED es una fuente de luz compuesta con diferentes partes, razón por la cual el patrón de intensidad de la luz emitida puede ser bastante complejo.

Para obtener una buena intensidad luminosa debe escogerse bien la corriente que atraviesa el LED; para ello, hay que tener en cuenta que el voltaje de operación va desde 1,8 hasta 3,8 voltios aproximadamente (lo que está relacionado con el material de fabricación y el color de la luz que emite) y la gama de intensidades que debe circular por él varía según su aplicación. Valores típicos de corriente directa de polarización de un LED corriente están comprendidos entre los 10 y los 40 mA. En general, los LEDs suelen tener mejor eficiencia cuanto menor es la corriente que circula por ellos, con lo cual, en su operación de forma optimizada, se suele buscar un compromiso entre la intensidad luminosa que producen (mayor cuanto más grande es la intensidad que circula por ellos) y la eficiencia (mayor cuanto menor es la intensidad que circula por ellos).

En corriente continua (CC), todos los diodos emiten una cierta cantidad de radiación cuando los pares electrón-hueco se recombinan, es decir, cuando los electrones caen desde la banda de conducción (de mayor energía) a la banda de valencia (de menor energía), emitiendo fotones en el proceso. Indudablemente, la frecuencia de la radiación emitida y, por ende, su color, dependerá de la altura de la banda prohibida (diferencias de energía entre las bandas de conducción y valencia), es decir, de los materiales empleados. Los diodos convencionales, de silicio o germanio, emiten radiación infrarroja muy alejada del espectro visible. Sin embargo, con materiales especiales pueden conseguirse longitudes de onda visibles. Los LED e IRED, además tienen geometrías especiales para evitar que la radiación emitida sea reabsorbida por el material circundante del propio diodo, lo que sucede en los convencionales.

Para conectar LEDs de modo que iluminen de forma continua, deben estar polarizados directamente, es decir, con el polo positivo de la fuente de alimentación conectada al ánodo y el polo negativo conectado al cátodo. Además, la fuente de alimentación debe suministrarle una tensión o diferencia de potencial superior a su tensión umbral. Por otro lado, se debe garantizar que la corriente que circula por ellos no excede los límites admisibles (Esto se puede hacer de forma sencilla con una resistencia R en serie con los LEDs, lo que dañaría irreversiblemente al LED). Unos circuitos sencillos que muestran cómo polarizar directamente LEDs son los siguientes:



La diferencia de potencial V_d varía de acuerdo a las especificaciones relacionadas con el color y la potencia soportada.

En términos generales, pueden considerarse de forma aproximada los siguientes valores de diferencia de potencial:[4]

- Rojo = 1,8 V a 2,2 V
- Naranja = 2,1 V a 2,2 V
- Amarillo = 2,1 V a 2,4 V
- Verde = 2 V a 3,5 V
- Azul = 3,5 V a 3,8 V
- Blanco = 3,6 V

Luego mediante la ley de Ohm, puede calcularse la resistencia R adecuada para la tensión de la fuente V_{fuente} que utilizemos.

$$R = \frac{V_{fuente} - (V_{d1} + V_{d2} + \dots)}{I}$$

El término I , en la fórmula, se refiere al valor de corriente para la intensidad luminosa que necesitamos. Lo común es de 10 mA para LEDs de baja luminosidad y 20 mA para LEDs de alta luminosidad; un valor superior puede inhabilitar el LED o reducir de manera considerable su tiempo de vida.

Otros LEDs de una mayor capacidad de corriente conocidos como LEDs de potencia (1 W, 3 W, 5 W, etc.), pueden ser usados a 150 mA, 350 mA, 750 mA o incluso a 1000 mA dependiendo de las características opto-eléctricas dadas por el fabricante.

Cabe recordar que también pueden conectarse varios en serie, sumándose las diferencias de potencial en cada uno.

También se pueden hacer configuraciones en paralelo, aunque este tipo de configuraciones no son muy recomendadas para diseños de circuitos con LEDs eficientes...

A partir del 1 de julio de 2006, la directiva de la Unión Europea (UE) 2002/95/EC, conocida como la directiva sobre "restricciones en el uso de sustancias peligrosas en aparatos electrónicos" (o RoHS), prohíbe la venta de nuevos aparatos eléctricos y electrónicos que contengan más de los niveles estipulados de plomo, cadmio, mercurio, cromo hexavalente y los retardantes de llamas bifenil polibrominado (PBB) y éter bifenil polibrominado (PBDE). Esta ley exige a los fabricantes la búsqueda de nuevos materiales y el desarrollo de nuevos procesos de ingeniería para el diseño de equipos electrónicos comunes, incluidos adaptadores de red. Con la utilización de algunas lámparas fluorescentes estamos introduciendo miles de millones de CFL s,-cada uno con ~ 4mg de Mercurio, por lo que la tecnología LED nos puede servir de ayuda en el respeto al medio ambiente.

Desde 1993 a 2007, se trataron los LEDs como parte de IEC 60825 "Seguridad de Productos del Láser", sin embargo, esto se cambió debido a ser unos límites muy severos y tratar injustamente a los LEDs.

La razón principal para este cambio fue que los LEDs operan por emisión espontánea (bajo riesgo para la seguridad del ojo), considerando por otro lado que los láseres operan por la emisión estimulada (alto riesgo para la seguridad del ojo).

A partir de 2007, las normas pertinentes se pusieron al día, con el resultado que la IEC 60825 no hace referencia a LEDs y ahora los LEDs se cubren por IEC 62471 "Seguridades Fotobiológicas de Lámparas y Sistemas de la Lámpara".

Con esta perspectiva, IEC 60825 no se aplica más a los LEDs.

(Ver Anexos)

Tras este estudio a cerca de los LEDs, vamos a centrarnos en los elementos electrónicos necesarios para su alimentación.

En el caso de alimentación de la lámpara de LEDs, los elementos electrónicos necesarios son distintos. Utilizaremos un transformador, encargado de transformar los 220 V de entrada en 24V, tensión de alimentación de la lámpara. En sus dos extremos colocaremos dos terminales modulares. Todo esto lo colocaremos sobre una pieza de chapa, que la fijaremos sobre el reflector.

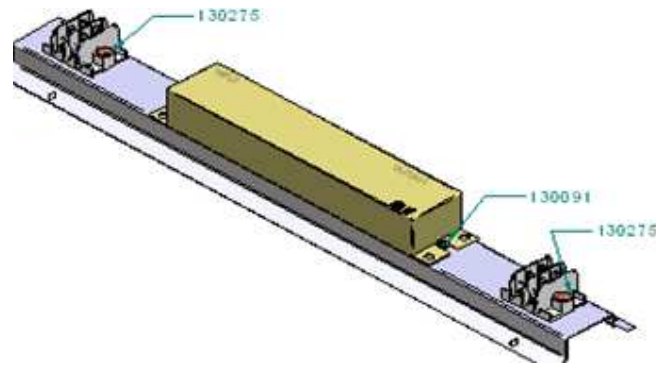


Fig 33. Transformador.

Finalmente, la última pieza que vamos a introducir es el reflector con la superficie reflectante. Para ello se utilizará un film de poliéster, enrollado en bobinas, que lo vamos a depositar sobre el plástico mediante la técnica de transferencia de calor. Esto se realizará en el mismo proceso de fabricación de la pieza de plástico, exactamente después de la extrusión. Por tanto, al final de la línea de montaje tendremos la pieza deseada con la parte reflectante incluida. El poliéster es de color metálico brillante y con un espesor de 20µm.



Fig 34. Reflector en plástico con superficie reflectante en aluminio (CVD).

4.6. Diseño de detalle

En esta última fase lo que vamos a realizar es fijar de manera definitiva todos los aspectos de diseño, desde componentes y materiales a dimensiones finales y tolerancias.

Toda esta información es documentada principalmente en los planos de detalle de los componentes, subconjuntos de piezas y por supuesto en modelos 3D.

Al igual que en la fase de diseño preliminar se realizaban prototipos, en esta fase también se han de construir o producir prototipos o preseries del producto diseñado para verificar y testear que el producto final, con los medios finales de producción, cumple todas los requisitos y especificaciones para las que ha sido diseñado.

Durante el diseño de detalle vamos a determinar la estructura final y detallada del producto y de todos los componentes y subcomponentes que van a formar parte del diseño.

De esta manera tendremos claro cual es la relación que hay entre los diferentes componentes del producto y su pertenencia a diferentes subsistemas o subconjuntos.

El diseño final de detalle del sistema de iluminación que es motivo de este proyecto tiene la siguiente estructura y componentes:

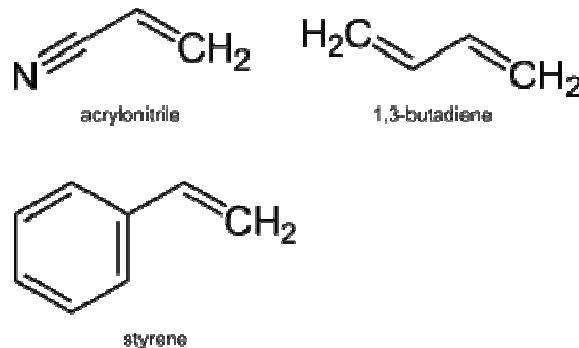
1	Lámpara LEDs
2	Tornillo
3	Conjunto iluminación frontal
4	Reflector plástico
5	Tornillo
6	Clip conexión masa
7	Cable alimentación
8	Cables
9	Transformador
10	Placa chapa LED Placa chapa
11	transformador
12	Borne modular

Fig 3. Componentes sistema iluminación.

Es necesario establecer cuales son los materiales finales que van a proporcionar las mejores cualidades a nuestro producto para satisfacer y cumplir correctamente todas las funciones.

Tanto el reflector como la tapa que va a proteger los elementos electrónicos serán fabricados en plástico ABS. El Acrilonitrilo Butadieno Estireno o ABS es un plástico muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un termoplástico amorfo.

Se le llama plástico de ingeniería, debido a que es un plástico cuya elaboración y procesamiento es más complejo que los plásticos comunes, como son las polioleofinas (polietileno, polipropileno).



Detalle 9. Estructura química ABS.

Componentes del ABS

Los bloques de acrilonitrilo proporcionan rigidez, resistencia a ataques químicos y estabilidad a alta temperatura así como dureza, propiedades muy apreciadas en ciertas aplicaciones como son equipos pesados o aparatos electrónicos.

Los bloques de butadieno, que es un elastómero, proporcionan tenacidad a cualquier temperatura. Esto es especialmente interesante para ambientes fríos, en los cuales otros plásticos se vuelven quebradizos.

El bloque de estireno aporta resistencia mecánica y rigidez.

Esta mezcla de propiedades, llamada por los ingenieros químicos sinergia, indica que el producto final contiene mejores propiedades que la suma de ellos. El ABS es un ejemplo claro del diseño de materiales en ingeniería química, que busca lograr compuestos de materiales ya existentes en oposición a desarrollar materiales completamente nuevos.

Características del ABS

El rasgo más importante del ABS es su gran tenacidad, incluso a baja temperatura (sigue siendo tenaz a -40°C). Además es duro y rígido; resistencia química aceptable; baja absorción de agua, por lo tanto buena estabilidad dimensional; alta resistencia a la abrasión; se recubre con una capa metálica con facilidad.

El reflector lo recubriremos en una de sus caras con un film de poliéster en color metálico brillante, con un espesor de 20µm, que se depositará mediante transferencia de calor. Veamos brevemente en que consiste esta técnica:

Deposición por transferencia de calor

El método de deposición por transferencia térmica directa es un proceso mediante el cual podemos depositar una lámina de un material sobre un sustrato utilizando calor. Esta técnica

se puede aplicar a un gran variedad de productos. Es un proceso duradero, rápido y con grandes ventajas.

El proceso de transferencia térmica es limpio y sano para el medio ambiente , punto muy importante para la salud y seguridad en el trabajo. Con este proceso no habrán residuos líquidos puesto que el único producto es una lamina solida.

Poliester

Es un material sintético utilizado especialmente en ambientes altamente agresivos, una cobertura de poliester protege contra el desgaste producido por la abrasión o solventes externos, presentando una muy alta resistencia al desgarro. Es especialmente recomendado para aplicaciones que deban estar sometidas a altas temperaturas (más de 100°C), y en ambientes externos, por su alta resistencia al agua, el aceite, alcohol, solventes y polvo.

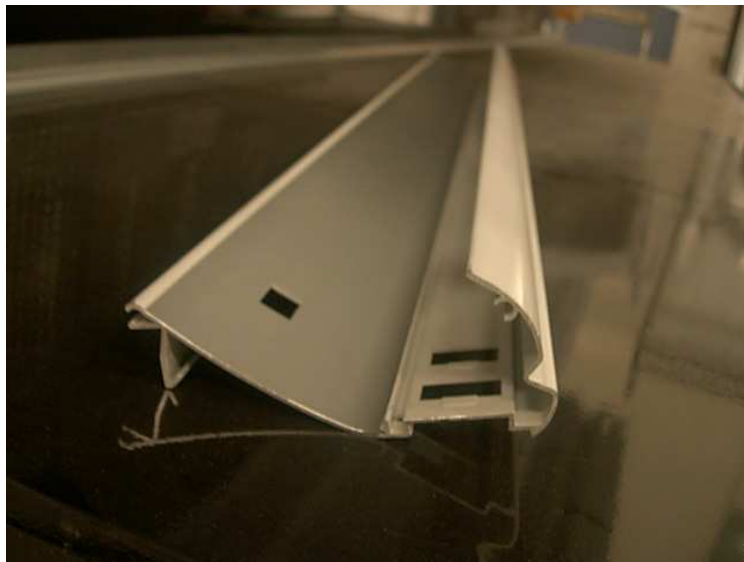


Fig 36. Deposición lámina aluminio en el reflector plástico mediante transferencia de calor.

En el caso del transformador, vamos a elegir uno de 100W, que nos transformará 230 V en 24 V, ya que vamos a elegir una lámpara de LEDs de 24V.



Fig 37 Lámpara LED 24V.

Vamos a realizar los modelos en 3D de nuestro sistema con las herramientas de CAD, en nuestro caso, Solid Edge.

La realización de modelos 3D es necesaria, como hemos visto para poder analizar y verificar el diseño definitivo por medio de ensayos y simulaciones virtuales que no dan información precisa sobre el comportamiento de nuestro producto y la posibilidad contrastar los cambios realizados al diseño y su influencia.

El desarrollo de planos 2D se realiza también en esta fase y son obtenidos a partir de los modelos 3D.

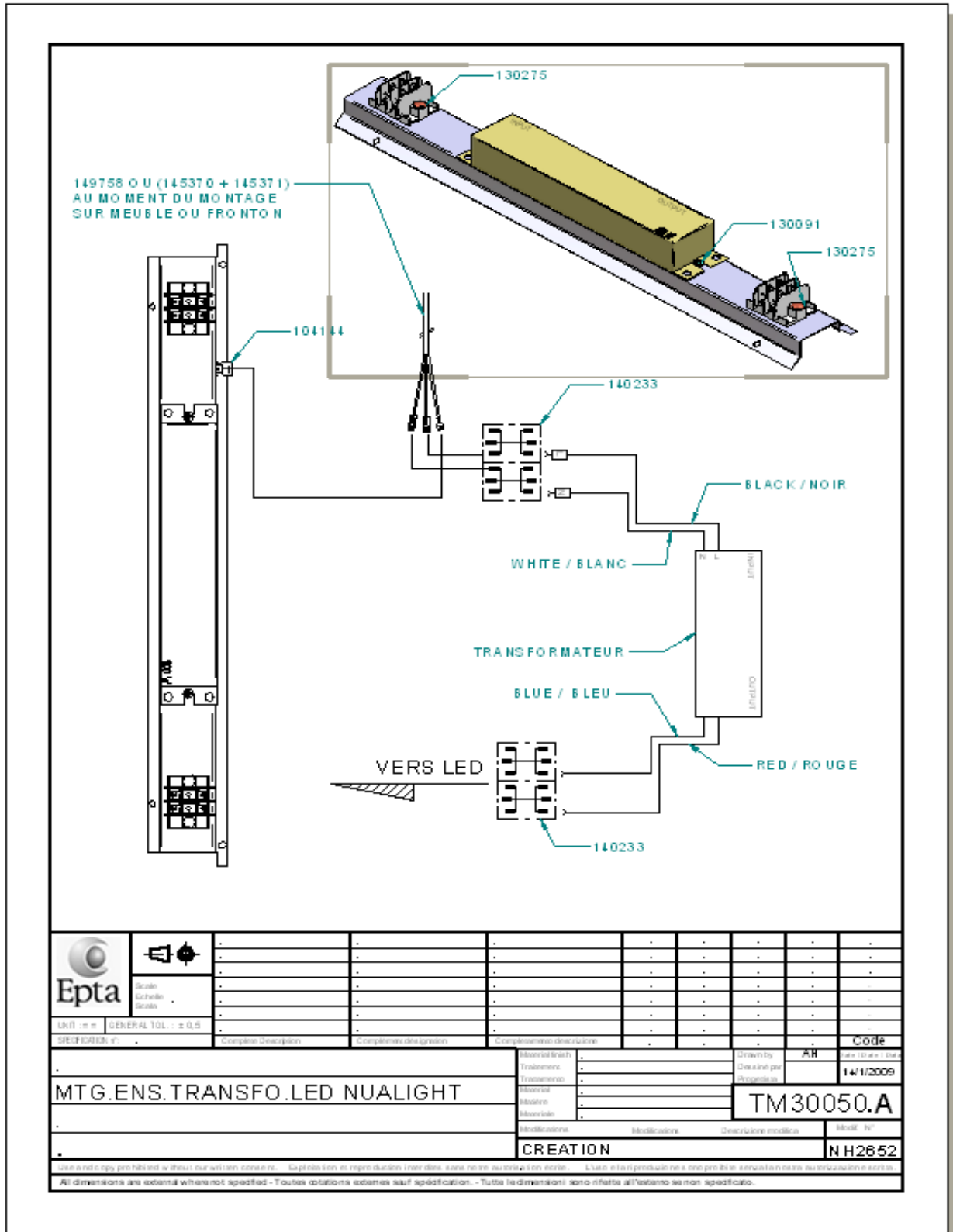
Los planos 2D son utilizados para poder definir y acotar todas las dimensiones, sus tolerancias dimensionales, tolerancias geométricas y otro tipo de información necesaria como pueden ser las especificación que deben cumplir, todas las normas que debe respetar, advertencias de montaje o cualquier otro comentario que de información indispensable sobre el producto que representa.

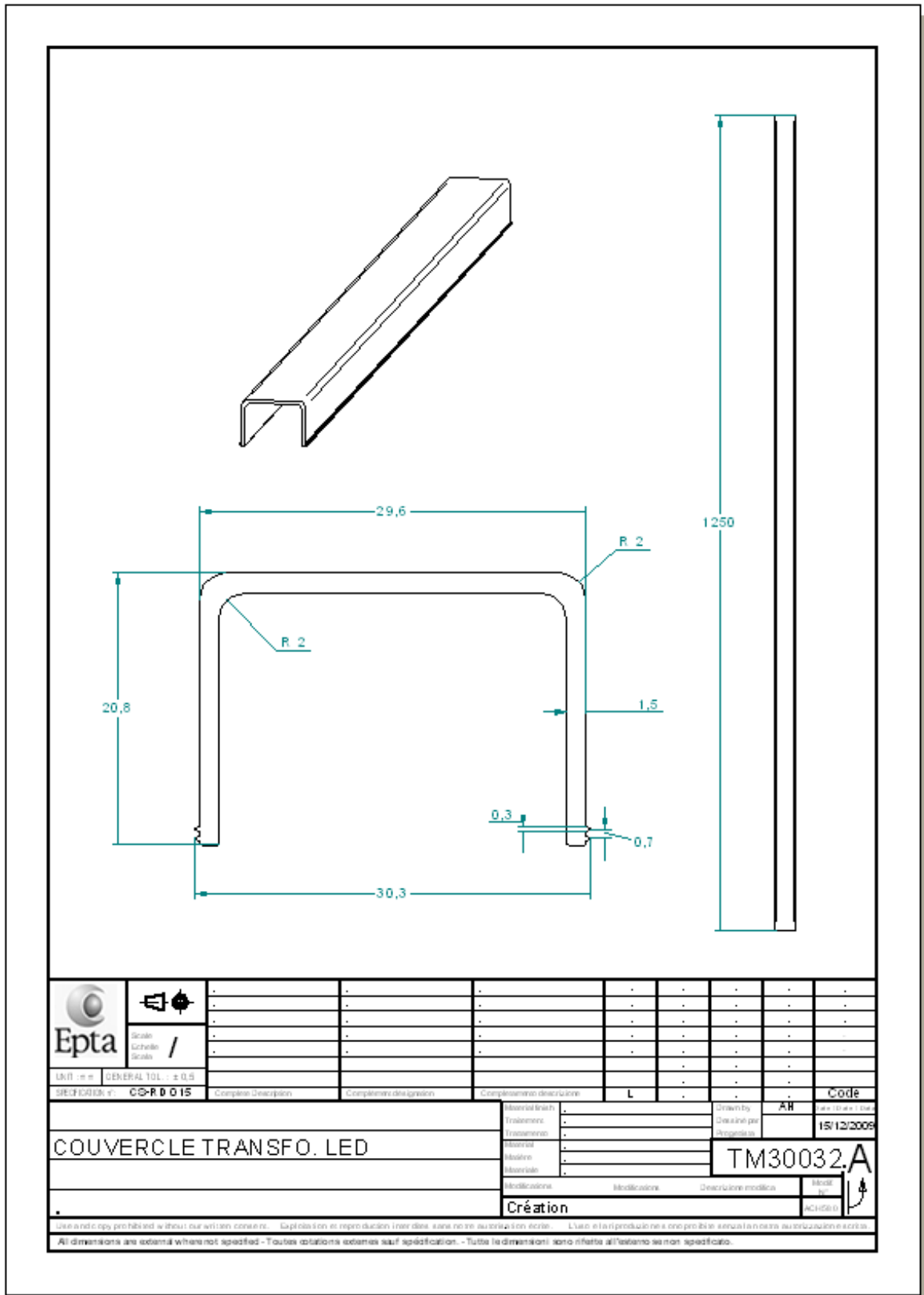
Al igual que en la fase de diseño preliminar se realizaban prototipos para valorar y analizar las diferentes soluciones de diseño, el diseño de detalle también requiere la creación de estos prototipos o preseries, esta vez reflejando todos los detalles de diseño final proveniente de todas las fases de diseño

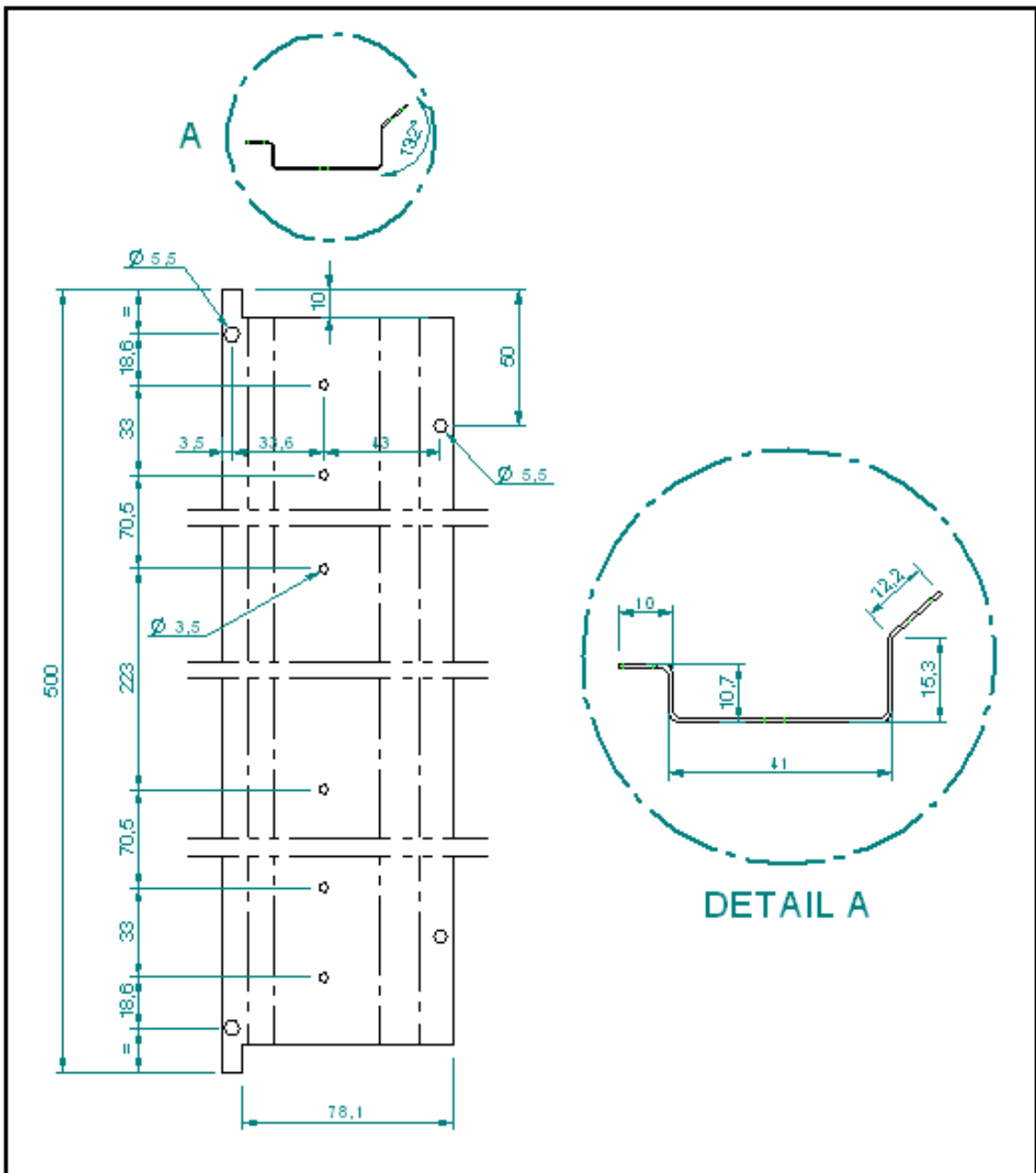
A continuación se muestran los planos de los distintos elementos que conforman nuestro sistema. En cada uno de ellos se detallan las dimensiones de cada pieza, así como en montaje.

Technical drawing of an LED lamp assembly. The drawing includes several views: a side view of the lamp body with dimensions (L1, 15,3, 23,3), a perspective view of the lamp body, a perspective view of the lamp mounted on a green arm, and a detailed view of the lamp head assembly with a screw (N 4.30 42). The lamp body is labeled 'LED'.

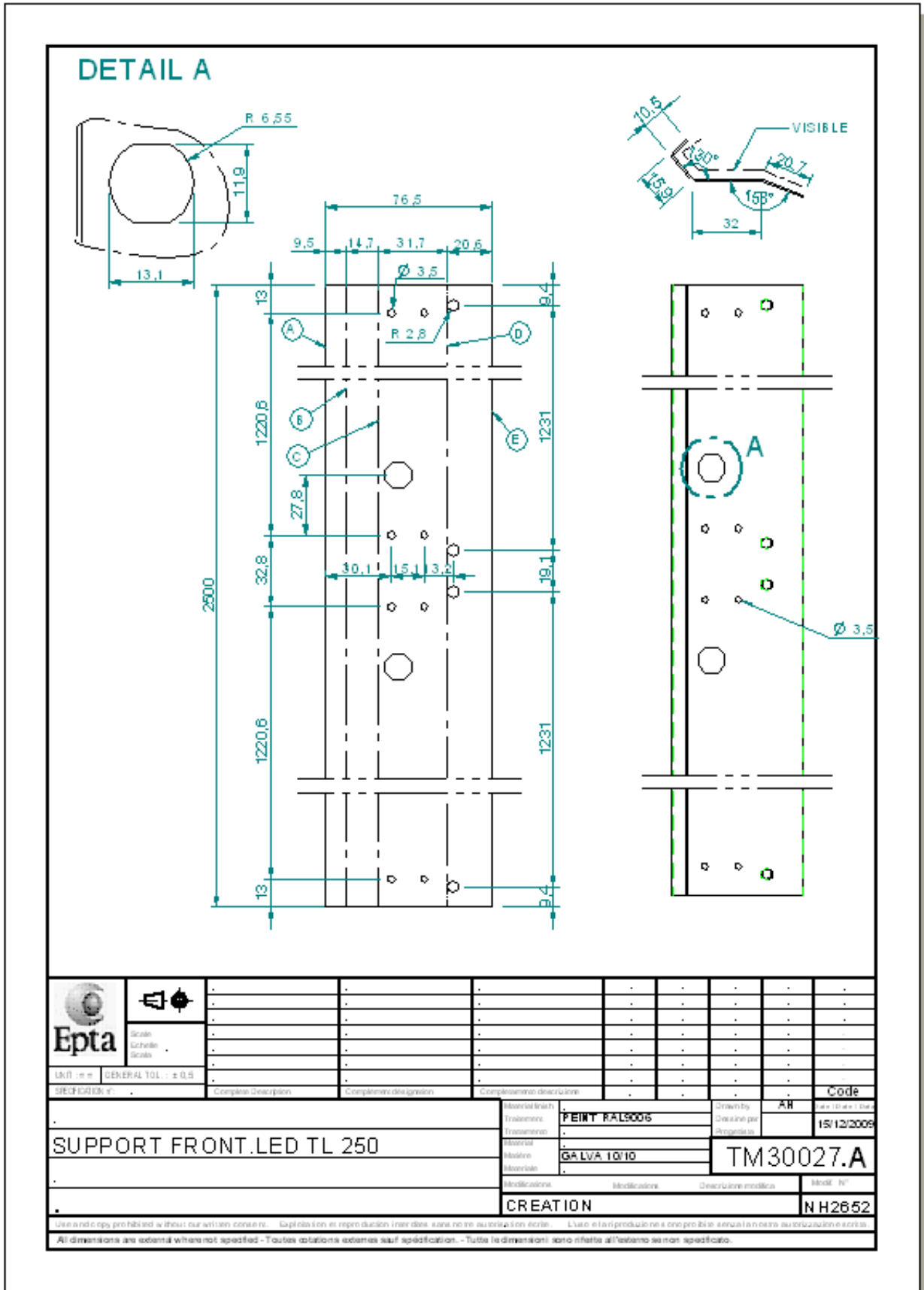
Epta	1/1	RED WHITE	boucherie	MACELLERIA	RED WHITE	?	1885	17/03/2009	
		CREMERY	CREM ERIE	CREMERIA	4000F	25W	1240	17/03/2009	
		RED WHITE	BOUC HERIE	MACELLERIA	RED WHITE	25W	1240	17/03/2009	
ASS. LAMP LED						LED	P.F.	L	C.00F
ENS. LAMPE LED									
PREP. LAMPADA LED									
Création									NH2652







UNIT : mm	GENERAL TOL : ± 0,5	Complete description		Complete description		Complete description						Code	
SECCION 1												AH	
SUPP. TRANSFO. LED												10/12/2009	
												TM30048.A	
												GA LVA 07/10	
												Modif. N°	
												CREATION	
												NH2652	
Drawing not to be reproduced without the written consent of Epta. - Copie non se reproduire sans autorisation écrite. - Copie of the production is not permitted without the written consent of Epta.													
All dimensions are external unless otherwise specified. - Toutes les cotes sont externes sauf indication contraire. - Tutte le dimensioni sono riferite all'esterno se non specificato.													



En las siguientes fotos se muestra el diseño final colocado en el mueble.



Fig 37. Fotos sistema montado en el mueble.

5. Resumen y conclusiones

Un cambio de diseño realizado en varios componentes del sistema de iluminación nos ha servido para alcanzar los objetivos buscados.

El excesivo coste de algunas de las piezas utilizadas en la producción del sistema de iluminación nos ha motivado a la ejecución de modificaciones en el diseño de varios de sus componentes. De esta manera hemos sido capaces de adecuar el producto a las nuevas expectativas demandadas.

Este simple hecho nos ha servido para analizar y revisar todo el proceso de diseño que es necesario llevar a cabo para desarrollar cualquier tipo de producto de consumo.

El sistema de iluminación de los muebles frigoríficos TL1 fue diseñado de acuerdo a un pliego de condiciones o requerimientos funcionales que fueron propuestos y consensuados con el propio cliente, en base a unas necesidades identificadas por el propio fabricante de frigoríficos, la empresa BONNET NEVE, para sus clientes. El proceso de diseño llevado a cabo garantizaba el cumplimiento y consecución de todas ellas. Por tanto, ante cualquier cambio o modificación a realizar es necesario que el nuevo diseño siga cumpliendo con todas las funciones del pliego de condiciones funcionales que anteriormente cumpliendo, y en nuestro caso además debe cumplir los nuevos requerimientos que han motivado la modificación.

El sistema de iluminación de los muebles TL1 es una versión de sistema de iluminación modificada del antiguo sistema de iluminación utilizado en los muebles verticales. Existen bastantes diferencias entre los dos sistemas, ya que se modificaron y cambiaron gran número de elementos. Lo que con este proyecto hemos obtenido es modificar la última versión de sistema de iluminación para poder reducir su coste a la vez que mejoramos en calidad, fiabilidad y seguridad.

El antiguo sistema de iluminación fue utilizado y fabricado hasta septiembre de 2008, momento en el que fue sustituido por los nuevos sistemas de iluminación. El cambio fue debido, principalmente, al deseo por parte del cliente de una mayor iluminación y claridad en todo el compartimento del mueble, con un menor número de piezas y mejor distribuidas y colocadas.

Como sabemos, este sistema es eficiente en cuanto a la reflexión de la luz buscada, pero tanto su precio como la colocación y materiales de algunos de los elementos no son los óptimos. Teniendo esto como objetivo, se comenzó a trabajar para buscar un sistema que superase todas estas deficiencias.

Antes de realizar la necesaria modificación de diseño debemos tener una idea clara de que el pliego de condiciones, o requerimientos funcionales, del sistema de iluminación y un profundo conocimiento de las fases del proceso de diseño de cualquier producto, para poder entender el actual diseño y realizar una modificación en el mismo.

En el presente proyecto hemos analizado el análisis funcional previo a cualquier diseño. Hemos prestado atención a esta primera fase de identificación de las funciones y criterios que definen la utilidad del producto y que se definen en el pliego de condiciones o requerimientos

funcionales. Esta información es indispensable a la hora de comenzar cualquier fase del diseño, ya que son la base y cimientos de cualquier diseño.

Para la creación de este pliego de condiciones es necesario identificar todas las funciones que el producto debe cumplir y que el usuario espera obtener de él. Por ello es necesario realizar un estudio de marketing para conocer las necesidades del usuario y plasmar esta información en funciones.

Además es necesario realizar una búsqueda más exhaustiva de todas las funciones que nuestro producto debe cumplir. El análisis funcional nos proporciona estas respuestas. Una de las existentes herramientas que nos ayuda a realizar este análisis funcional es el método RED.

RED es un método que permite identificar de forma exhaustiva y en un tiempo mínimo las funciones a cumplir por un producto. Este método es apto para la búsqueda de funciones de la mayoría de productos, tanto objetos como procedimientos o servicios.

El método consiste en 6 fases de búsqueda de funciones. La suma de todas ellas hacen el total de funciones que debe cumplir el producto. Las 6 fases son las siguientes:

1. Búsqueda intuitiva:

Este tipo de búsqueda utiliza la intuición a modo de brainstorming en las primeras sesiones de búsqueda y análisis.

La búsqueda intuitiva debe ser orientada con los siguientes pasos:

- Repaso de objetivos, mediante la revisión del pliego de condiciones de marketing, ficha de trabajo u objetivos fijados por la empresa.
- Examinación de documentación existente en la fase de información previa
- Búsqueda intuitiva de funciones, mencionando y anotando cada una de ellas.
- Fase de crítica para eliminar las redundancias o funciones inútiles.
- Formulación de una manera clara y precisa de las funciones encontradas
- Definición de las características. Es necesario buscar sus criterios, niveles y flexibilidades.

Estadísticamente está demostrado que la búsqueda intuitiva abarca el 50-60% de las funciones del producto. En un plazo corto de tiempo se toma conciencia de las principales funciones del producto y de esta manera se prepara mentalmente el camino para la aplicación del resto de fases del método RED.

2. Estudio del ciclo vital y del entorno

El análisis del ciclo de vida del producto y del entorno con el que interactúa es imprescindible para detectar funciones relacionadas con ellos.

El ciclo vital de un producto comienza desde el momento en el que el producto nace industrialmente hasta el momento en el que deja de ser apto para su uso o para su destrucción en otros casos.

El entorno son todas aquellas situaciones, factores y elementos que rodea al producto. El producto jamás es independiente a su entorno, sino que por lo general el producto debe adaptarse a él. Por eso es importante identificar la relación existente entre el producto y su entorno.

3. Análisis Secuencial de los Elementos Funcionales (ASEF)

El análisis secuencial de elementos funcionales pretende buscar las funciones de un producto por medio del estudio de la secuencias de su ciclo de uso y vital.

El análisis secuencial consiste en identificar todas las operaciones que tienen una relación directa con el uso del producto y buscar para cada una de las ellas las funciones que se relacionan. Se trata de ponerse en el sitio del usuario, teniendo en cuenta el entorno previamente definido, y buscar cuales son las funciones a cumplir durante ese periodo.

4. Examen de movimientos y de las fuerzas

Las funciones que resultan de este tipo de análisis son por lo general funciones técnicas. El análisis, como en el resto de fases, debe tener siempre en cuenta el ciclo de vida y el entorno.

5. Análisis de productos de referencia

Cuando el producto objeto del diseño no es un producto inédito, el análisis de productos existentes nos ayuda a identificar funciones que nos ha sido consideradas en actividades previas.

6. Uso de las normas y reglamentaciones

Con frecuencia, los productos de consumo se ven afectados por leyes y normas de debido cumplimiento, por lo general en temas de seguridad y protección y en temas medioambientales.

Es necesario tener en cuenta todas estas normas a la hora y analizar por cuales de ellas puede estar afectado nuestro producto. De esta manera se pueden identificar nuevas funciones y criterios que deberemos integrar en nuestro pliego de condiciones o requerimientos funcionales.

Con todo ello llegamos al pliego de condiciones funcionales del sistema de iluminación, en el cual descubrimos las 10 funciones que debe cumplir, cada una de ellas con sus criterios y niveles:

FUNCION 1: El sistema debe iluminar toda la parte frontal del mueble frigorífico

FUNCION 2: Seguridad del usuario

FUNCION 3: La pieza reflectante debe tener la suficiente rigidez como para soportar golpes

FUNCION 4: El reflector debe estar contenido dentro del espacio disponible en el techo del mueble frigorífico.

FUNCION 5: El sistema de iluminación debe tener comunicación con los componentes electrónicos.

FUNCION 6: El reflector debe sujetar el nido de abeja encargado de orientar el flujo de aire frío.

FUNCION 7: Alinear los diferentes módulos colocados en línea.

FUNCION 8: Debe estar fijada al techo del mueble frigorífico.

FUNCION 9: Debe soportar las condiciones atmosféricas del entorno (agua, frío,...)

FUNCION 10: El calor del sistema no debe calentar los alimentos expuestos.

Llegado a este punto hemos revisado cual es proceso y fases de diseño necesarias para el desarrollo del diseño del producto: diseño conceptual, diseño preliminar y diseño de detalle.

Diseño conceptual:

Nutriéndose de toda la información proveniente del análisis funcional del producto que se quiere diseñar, en esta fase de diseño se realiza la búsqueda de soluciones conceptuales a las funciones que debe cumplir el diseño.

En nuestro caso mostramos y analizamos las diferentes soluciones conceptuales para el problema que queremos solucionar. Para ello hemos dividido el problema por el cual vamos a hacer un rediseño en 3 subproblemas, de modo que la solución sea más adecuada y resuelva de modo mas específico nuestro problema.

Diseño preliminar:

Es una fase importante y crítica del diseño. Partiendo de las soluciones conceptuales de la fase anterior de diseño, la fase de diseño preliminar plantea soluciones tecnológicas concretas que deben cumplir todos los requerimientos funcionales del producto.

En base a estas soluciones, se comienza a definir la estructura y los diferentes componentes del producto, sus dimensiones y materiales, y se representan en los primeros planos y modelos 3D.

Además del diseño tecnológico también se presta atención al diseño ergonómico, seguridad, estética y medioambiental, así como al diseño del ensamblaje de los componentes y se evalúa su mantención y fiabilidad.

Una vez el diseño va cogiendo forma, se analizan las soluciones tomadas con el fin de comprobar y verificar que las soluciones propuestas están cumpliendo todas las

especificaciones requeridas. Para ello, se hace uso de prototipos y de técnicas de simulación con modelos que reproducen el entorno y el sistema de la manera mas aproximada posible.

Hemos aprendido cuales son los métodos mas habituales de creación de prototipos conceptuales, formales y funcionales; y los métodos de simulación de modelos matemáticos y por elementos finitos.

En función de los resultados obtenidos pueden generarse modificaciones que serán integradas y de nuevo analizadas hasta obtener el diseño que cumple con las especificaciones.

Diseño de detalle:

En esta fase se cuenta con un diseño final de producto y se debe establecer y afinar las tolerancias y materiales definitivos. Se realizan los planos y modelos 3D finales, y se definen los procesos de manufactura definitivos. Se realizan simulaciones y ensayos con prototipos o preseries que tiene integradas todas las características del diseño final y con los medios definitivos de producción para validar la eficacia y fiabilidad del diseño final.

Hemos desarrollado y explicado la solución que satisface técnica y funcionalmente a todos los requerimientos funcionales del sistema de iluminación. Los tres cambios efectuados son los siguientes:

1. Reflector de plástico con superficie reflectante en poliéster metálico brillante

Mantenemos la actual forma y dimensiones del reflector pero cambiaremos en material, de modo que abarataremos bastante la pieza pero manteniendo todas sus funciones y calidad.

2. Acercamiento elementos electrónicos

Colocaremos los elementos sobre el reflector, fijados a él, de modo que la longitud de los cables se reducirá. De este modo, la seguridad aumentará y no necesitaremos tapas cubre cables, ya que el recorrido que estos deben hacer es mucho menor.

3. Lámparas con tecnología LED

Realizamos un cambio en el tipo de iluminación, ya que instalaremos lámpara de LEDs en lugar de los actuales tubos fluorescentes. Su colocación será la misma, de modo que la reflexión se realizará de igual manera, aunque la intensidad y alcance de la iluminación sea mayor.

En términos económicos nos encontramos con una situación ambigua:

-La tecnología LED es mucho más cara que la utilizada hasta ahora. Por tanto, esto no hace más que aumentarnos el precio.

-El reflector de plástico con una cara reflectante en poliéster y el acercamiento de los elementos electrónicos y la supresión de algunas piezas hacen que el coste sea bastante menor.

Un estudio económico más detallado, basado en los volúmenes previstos para la producción del próximo año, nos hace ver que es una opción más económica a largo plazo. El sistema de LEDs es una opción que encarece nuestro mueble, pero tras realizar un estudio,

esta inversión se recupera en un periodo de 4 años, ya que este tipo de sistemas suponen un gran ahorro energético.

De esta manera hemos conseguido realizar un cambio de diseño en el sistema de iluminación del mueble frigorífico asegurando y basándonos en el cumplimiento de todas las funciones especificadas en el pliego de condiciones, como era el objetivo de este proyecto.

6. Bibliografía

- METODOLOGÍA DEL DISEÑO INDUSTRIAL. Francisco Aguayo y Víctor M. Soltero. Ed Ra-Ma 2003
- EL PRODUCTO ADECUADO. PRACTICA DEL ANALISIS FUNCIONAL. Roberto Tassinari. Ed Marcombo 1994
- DISEÑO DE PRODUCTO: EL PROCESO DE DISEÑO. Jorge Alcaide Marzal. Ed Editorial de la UPV 2003
- DISEÑO INDUSTRIAL: DESARROLLO DE PRODUCTO. Félix Sanz Adán. Ed Paraninfo 2002
- EL PROCESO DE DISEÑO EN INGENIERÍA. Clive L. Dym. Ed Limusa-Wiley 2002
- PRODUCT DESIGN. Otto, Kevin; Wood, Kristin. Ed Prentice Hall 2000
- DIRECTIVA EUROPEA NF EN 60335-1** relativa a aparatos electrodomésticos y análogos - seguridad. 28 de Octubre de 2004
- DIRECTIVA EUROPEA NF EN ISO 7250** relativa a medidas de base del cuerpo humano para la concepción tecnológica. 18 de Abril de 2006
- DIRECTIVA EUROPEA NF EN 50106 A1** relativa a reglas particulares de ensayos de serie relativo a la seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos en el campo de aplicación de la EN-60335-1 y EN 60967. 2 de Diciembre de 2008
- DIRECTIVA EUROPEA NF 441-1** relativa a muebles frigoríficos para la venta. 3 de Junio de 2005
- DIRECTIVA EUROPEA NF 1706** relativa a piezas por moldeo en aluminio y aleaciones de aluminio. Composición química y características mecánicas muebles frigoríficos para la venta. 26 de Septiembre de 2007

En Pamplona, a 25 de Febrero de 2010

Ane Huarte Ariztia



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

CAMBIO DE DISEÑO EN SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE
FRIGORÍFICO INDUSTRIAL

ANEXOS

Ane Huarte Ariztia

Pedro Villanueva Roldán

Pamplona, 25 de Febrero de 2010

ÍNDICE

- DIRECTIVA EUROPEA NF EN 60335-1** relativa a aparatos electrodomesticos y analogos - seguridad. 28 de Octubre de 2004

- DIRECTIVA EUROPEA NF EN ISO 7250** relativa a medidas de base del cuerpo humano para la concepcion tecnologica . 18 de Abril de 2006

- DIRECTIVA EUROPEA NF EN 50106 A1** relativa a reglas particulares de ensayos de serie relativo a la seguridad de los aparatos electrodomesticos y analogos en el campo de aplicacion de la EN-60335-1 y EN 60967. 2 de Diciembre de 2008

- DIRECTIVA EUROPEA NF 441-1** relativa a muebles frigorificos para la venta.. 3 de Junio de 2005

- DIRECTIVA EUROPEA NF 1706** relativa a piezas por moldeo en aluminio y aleaciones de aluminio. Composicion quimica y caracteristicas mecanicas muebles frigorificos para la venta.. 26 de Septiembre de 2007

- INSTRUCCIONES INSTALACION LED Nualight

- EXTRACTO CATÁLOGO PLASTICO QUINN ABS

- TRANSFORMADORES ADVANCE

- NORMATIVA LED

- ESPECIFICACIONES LED Nualight

NF EN 60335-1

Mai 2003

AFNOR
Association Française
de Normalisation

www.afnor.fr

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients Normes en ligne. Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of AFNOR Webshop (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.

Boutique AFNOR

Pour : BONNET NEVE SA

Code client : 8645900

Commande : N-20041022-084805-TA

le 22/10/2004 - 11:01

Diffusé par

AFNOR

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5, et Code Pénal art. 425).

norme européenne

NF EN 60335-1

Mai 2003

norme française

Indice de classement : C 73-800

ICS 13.120; 97.030

Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité

Partie 1 : Prescriptions générales



E : Household and similar electrical appliances – Safety
Part 1: General requirements

D : Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke
Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Norme française homologuée

homologuée par décision du Directeur Général d'Afnor le 20 avril 2003 pour prendre effet à compter du 20 mai 2003.

Est destinée à remplacer la norme homologuée NF EN 60335-1 (C 73-800) de mai 1995 et ses amendements. Toutefois, celle-ci reste valable jusqu'à l'annulation de toutes les parties 2 qui sont utilisées conjointement avec elle (voir avant-propos européen).

Correspondance

La norme européenne EN 60335-1:2002 a le statut d'une norme française. Elle reproduit la publication CEI 60335-1:2001 avec modifications.

Analyse

Le présent document prescrit les règles générales de sécurité applicables aux appareils électriques pour usages domestiques et analogues dont la tension assignée n'est pas supérieure à 250 V pour les appareils monophasés et à 480 V pour les autres appareils. Il spécifie les modalités de vérification de la conformité à ces règles.

Ce document entre dans le champ d'application de la Directive Basse Tension 73/23/CEE et de la Directive Machines 98/37/CE.

Il peut être utilisé dans le cadre de l'attribution du droit d'usage de la marque de conformité aux normes.

Descripteurs

Appareil électrodomestique, règle de sécurité, prévention des accidents, protection du matériel, définition, conditions d'essai, classification, marquage, protection contre chocs électriques, essai de démarrage, essai d'échauffement, échauffement, protection contre l'humidité, rigidité diélectrique, protection contre les surcharges, protection contre dangers mécaniques, protection contre l'incendie, résistance mécanique, caractéristique de construction, ligne de fuite, distance d'isolement, protection contre la rouille.

Modifications

Par rapport aux documents destinés à être remplacés, adoption de la nouvelle norme européenne EN 60335-1:2002 (CEI 60335-1:2001). Les modifications les plus importantes concernent la mesure des lignes de fuite et des distances dans l'air (Article 29) et la résistance à la chaleur et au feu (Article 30).

Corrections

Editée et diffusée par l'Union Technique de l'Electricité et de la Communication (UTE) – BP 23 – 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex – tél.: 01 40 93 62 00 – Fax: 01 40 93 44 08 – E-mail: ute@ute.asso.fr – Internet: <http://www.ute-fr.com/>
Diffusée également par l'Association Française de Normalisation (Afnor) – 11, rue Francis de Pressensé – 93571 – Saint-Denis La Plaine Cedex – tél.: 01 41 62 80 00



AVANT-PROPOS NATIONAL

Ce document constitue la version française complète de la norme européenne EN 60335-1:2002 en reprenant le texte de la publication CEI 60335-1:2001 avec modifications.

Les modifications du CENELEC sont signalées par une ligne verticale dans la marge gauche du texte.

Après consultation de son Conseil d'Administration et enquête probatoire, l'Union Technique de l'Électricité et de la Communication a voté favorablement au CENELEC sur le projet de EN 60335-1, le 18 janvier 2002.

NOTE: le tableau de correspondance entre les documents internationaux cités en référence et les documents du CENELEC et/ou français à appliquer se trouve en page III, à la fin du présent document.

—————

NORME EUROPÉENNE

EN 60335-1

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

Octobre 2002

ICS 13.120; 97.030

Remplace EN 60335-1:1994 + A11:1995 + A12:1996 + A1:1996 +
A13:1998 + A14:1998 + A2:2000 + A15:2000 + A16:2001

Descripteurs : Appareil électrodomestique, règle de sécurité, prévention des accidents, protection du matériel, définition, conditions d'essai, classification, marquage, protection contre chocs électriques, essai de démarrage, essai d'échauffement, échauffement, protection contre l'humidité, rigidité diélectrique, protection contre les surcharges, protection contre dangers mécaniques, protection contre l'incendie, résistance mécanique, caractéristique de construction, ligne de fuite, distance d'isolement, protection contre la rouille.

Version française

Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité **Partie 1 : Prescriptions générales** (CEI 60335-1:2001, modifiée)

Sicherheit elektrischer Geräte für den
Hausgebrauch und ähnliche Zwecke
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
(IEC 60335-1:2001, modifiziert)

Household and similar electrical
appliances - Safety
Part 1: General requirements
(IEC 60335-1:2001, modified)

La présente Norme européenne a été adoptée par le CENELEC le 2002-07-02. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CENELEC.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CENELEC dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Suède et Suisse.

CENELEC

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization

Secrétariat Central: rue de Stassart 35, B - 1050 Bruxelles

© 2002 CENELEC - Tous droits d'exploitation sous quelque forme et de quelque manière que ce soit réservés dans le monde entier aux membres du CENELEC.

Ref. n° EN 60335-1:2002 F

Avant-propos

Le texte du document 61/1965/FDIS, future quatrième édition de la CEI 60335-1, préparé par le comité d'études 61 de la CEI, a été soumis au vote parallèle CEI-CENELEC en janvier 2001. Les commentaires ont été discutés au cours de la réunion CENELEC TC 61 de Delft en mai 2001 où il a été décidé de soumettre quelques modifications communes au vote formel (2MV).

Ce projet a été diffusé en novembre 2001, mais n'a pas recueilli un appui suffisant. Les commentaires ont été discutés au cours de la réunion CENELEC TC 61 de Kista en mai 2002 où il a été décidé de ne retenir que les modifications communes de l'édition précédente. Ce nouveau projet a été approuvé par le CENELEC comme EN 60335-1 le 2002-07-02.

La date suivante est applicable :

- date limite à laquelle la EN doit être mise en application
au niveau national par publication d'une norme
nationale identique ou par entérinement (dop) 2003-07-01

La présente Norme européenne remplace la EN 60335-1:1994 et ses amendements. Toutefois, la EN 60335-1:1994 reste valable jusqu'à l'annulation de toutes les parties 2 qui sont utilisées conjointement avec elle. En conséquence, aucune date de retrait des normes nationales conflictuelles (dow) n'a été fixée. Toutefois, lorsque la Partie 1 est utilisée pour des appareils non couverts par une partie 2, la EN 60335-1:1994 ne doit pas être utilisée après le 2008-07-01.

Cette partie de la EN 60335 doit être utilisée conjointement avec la partie 2 appropriée. Les parties 2 contiennent des articles qui complètent ou modifient les articles correspondants de la Partie 1 afin d'établir les prescriptions appropriées pour chaque type d'appareil.

NOTE 1 Les paragraphes, notes et annexes supplémentaires à ceux de la CEI 60335-1 sont précédés de la lettre Z.

Les conditions nationales particulières qui conduisent à une déviation à la présente Norme européenne sont indiquées en Annexe ZA.

Les divergences nationales à la présente Norme européenne sont indiquées en Annexe ZB.

Les Annexes B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, M, N, ZA et ZC sont normatives et font partie intégrante de cette norme.

Les Annexes A, L, O, ZB et ZD sont données uniquement à titre d'information.

NOTE 2 Les annexes suivantes contiennent des dispositions provenant d'autres normes CEI, modifiées de façon appropriée.

- Annexe E	Essai au brûleur-aiguille	CEI 60695-2-2
- Annexe F	Condensateurs	CEI 60384-14
- Annexe G	Transformateurs de sécurité	CEI 61558-1 et CEI 61558-2-6
- Annexe H	Interrupteurs	CEI 61058-1
- Annexe J	Revêtements des cartes de circuits imprimés	CEI 60664-3
- Annexe N	Essai de tenue au cheminement	CEI 60112

NOTE 3 Les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés :

- prescriptions : caractères romains ;
- modalités d'essais : caractères italiques ;
- notes : petits caractères romains.

Les mots en **gras** dans le texte sont définis à l'Article 3. Lorsqu'une définition concerne un adjectif, l'adjectif et le nom associé figurent également en gras.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	2
INTRODUCTION	7
1 Domaine d'application.....	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	11
4 Prescriptions générales	18
5 Conditions générales d'essais.....	19
6 Classification	22
7 Marquage et indications.....	22
8 Protection contre l'accès aux parties actives.....	28
9 Démarrage des appareils à moteur	29
10 Puissance et courant	29
11 Echauffements.....	31
12 Vacant.....	36
13 Courant de fuite et rigidité diélectrique à la température de régime.....	36
14 Surtensions transitoires	39
15 Résistance à l'humidité.....	40
16 Courant de fuite et rigidité diélectrique.....	42
17 Protection contre la surcharge des transformateurs et des circuits associés	44
18 Endurance	44
19 Fonctionnement anormal.....	44
20 Stabilité et dangers mécaniques	50
21 Résistance mécanique.....	51
22 Construction	52
23 Conducteurs internes.....	61
24 Composants.....	63
25 Raccordement au réseau et câbles souples extérieurs.....	66
26 Bornes pour conducteurs externes.....	73
27 Dispositions en vue de la mise à la terre.....	76
28 Vis et connexions	78
29 Distances dans l'air, lignes de fuite et isolation solide.....	80
30 Résistance à la chaleur et au feu.....	87
31 Protection contre la rouille	90
32 Rayonnement, toxicité et dangers analogues	90

Annexe A (informative) Essais de série	102
Annexe B (normative) Appareils alimentés par batteries.....	104
Annexe C (normative) Essai de vieillissement des moteurs	107
Annexe D (normative) Variantes des prescriptions relatives aux moteurs protégés.....	109
Annexe E (normative) Essai au brûleur-aiguille	110
Annexe F (normative) Condensateurs	111
Annexe G (normative) Transformateurs de sécurité.....	113
Annexe H (normative) Interrupteurs.....	114
Annexe I (normative) Moteurs ayant une isolation principale inappropriée pour la tension assignée de l'appareil	116
Annexe J (normative) Revêtements des cartes de circuits imprimés.....	118
Annexe K (normative) Catégories de surtension.....	119
Annexe L (informative) Guide pour la mesure des distances dans l'air et des lignes de fuite.....	120
Annexe M (normative) Degrés de pollution	122
Annexe N (normative) Essai de tenue au cheminement.....	123
Annexe O (informative) Sélection et séquence des essais de l'article 30.....	124
Bibliographie	126
Annexe ZA (normative) Conditions nationales particulières	127
Annexe ZB (informative) Divergences A	130
Annexe ZC (normative) Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes.....	131
Annexe ZD (informative) Dénominations CEI et CENELEC des câbles souples	136
Figure 1 – Schéma pour la mesure du courant de fuite à la température de régime pour connexion monophasée des appareils de la classe II	91
Figure 2 – Schéma pour la mesure du courant de fuite à la température de régime pour connexion monophasée des appareils autres que les appareils de la classe II	92
Figure 3 – Schéma pour la mesure du courant de fuite à la température de régime pour connexion triphasée des appareils de la classe II.....	93
Figure 4 – Schéma pour la mesure du courant de fuite à la température de régime pour connexion triphasée des appareils autres que les appareils de la classe II.....	94
Figure 5 – Schéma pour l'essai de rigidité diélectrique à la température de régime	95
Figure 6 – Exemple d'un circuit électronique comportant des points à basse puissance	96
Figure 7 – Ongle d'essai	97
Figure 8 – Appareil pour l'essai de flexion.....	98
Figure 9 – Constructions de dispositifs d'arrêt de traction	99
Figure 10 – Exemple de parties d'une borne de terre	100
Figure 11 – Exemples de distances dans l'air.....	101
Figure I.1 – Simulation de défauts.....	117
Figure L.1 – Séquence pour la détermination des distances dans l'air.....	120
Figure L.2 – Séquence pour la détermination des lignes de fuite	121
Figure O.1 – Essais pour la résistance à la chaleur.....	124
Figure O.2 – Essais pour la résistance au feu	125

Tableau 1 – Tolérance sur la puissance	30
Tableau 2 – Tolérance sur le courant	30
Tableau 3 – Echauffements normaux maximaux.....	34
Tableau 4 – Tension pour l’essai de rigidité diélectrique	38
Tableau 5 – Caractéristiques des sources à haute tension	39
Tableau 6 – Tension d’essai de choc	39
Tableau 7 – Tensions d'essai	43
Tableau 8 – Température maximale des enroulements.....	46
Tableau 9 – Echauffement anormal maximal	50
Tableau 10 – Diamètre des câbles et conduits	67
Tableau 11 – Section minimale des conducteurs	68
Tableau 12 – Force de traction et couple de torsion	70
Tableau 13 – Section nominale des conducteurs.....	75
Tableau 14 – Couple pour l'essai des vis et des écrous	79
Tableau 15 – Tension assignée de tenue aux chocs.....	81
Tableau 16 – Distances dans l’air minimales	82
Tableau 17 – Lignes de fuite minimales pour l’isolation principale	85
Tableau 18 – Lignes de fuite minimales pour l’isolation fonctionnelle	86
Tableau A.1 – Tensions d’essai.....	103
Tableau C.1 – Conditions d’essai	107

INTRODUCTION

Il a été considéré en établissant cette norme internationale que l'exécution de ses dispositions était confiée à des personnes expérimentées et ayant une qualification appropriée.

La présente norme reconnaît le niveau de protection internationalement accepté contre les risques électriques, mécaniques, thermiques, liés au feu et au rayonnement des appareils, lorsqu'ils fonctionnent comme en usage normal en tenant compte des instructions du fabricant. Elle couvre également les situations anormales auxquelles on peut s'attendre dans la pratique.

Cette norme tient compte autant que possible des prescriptions de la CEI 60364, de façon à rester compatible avec les règles d'installation quand l'appareil est raccordé au réseau d'alimentation. Cependant, des règles nationales d'installation peuvent être différentes.

Si les fonctions d'un appareil sont couvertes par différentes parties 2 de la CEI 60335-1, la partie 2 correspondante est appliquée à chaque fonction séparément, dans la limite du raisonnable. Si cela est applicable, on tient compte de l'influence d'une fonction sur les autres fonctions.

NOTE 1 Quand les termes « partie 2 » sont utilisés dans la présente norme, ils se réfèrent à la partie appropriée de la CEI 60335.

Cette norme est une norme de famille de produits traitant de la sécurité d'appareils et a préséance sur les normes horizontales et génériques couvrant le même sujet.

A titre individuel, certains pays peuvent envisager l'application de cette norme, dans la limite du raisonnable, à des appareils qui ne sont mentionnés dans aucune des parties 2 et aux appareils conçus selon des principes nouveaux.

Un appareil conforme au texte de la présente norme ne sera pas nécessairement jugé conforme aux principes de sécurité de la norme si, lorsqu'il est examiné et soumis aux essais, il apparaît qu'il présente d'autres caractéristiques qui compromettent le niveau de sécurité visé par ces prescriptions.

Un appareil utilisant des matériaux ou présentant des modes de construction différents de ceux décrits dans les prescriptions de cette norme peut être examiné et essayé en fonction de l'objectif poursuivi par ces prescriptions et, s'il est jugé pratiquement équivalent, il peut être estimé conforme aux principes de sécurité de la norme.

NOTE 2 Les normes traitant des aspects non relatifs à la sécurité des appareils électrodomestiques sont

- les normes CEI publiées par le comité d'études 59 concernant les méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction;
- les CISPR 11, CISPR 14-1, la CEI 61000-3-2 et la CEI 61000-3-3 concernant les émissions électromagnétiques;
- la CISPR 14-2 concernant l'immunité électromagnétique.

Les principaux objectifs de la Directive Basse Tension, 73/23/CEE, sont couverts par la présente norme. Les exigences essentielles de sécurité des directives suivantes, qui peuvent être applicables à certains appareils domestiques et analogues, ont également été prises en compte :

- 98/37/CE, Directive Machines ;
- 89/106/CEE, Directive Produits de la Construction ;
- 97/23/CE, Directive Equipements sous Pression.

APPAREILS ÉLECTRODOMESTIQUES ET ANALOGUES – SÉCURITÉ –

Partie 1 : Prescriptions générales

1 Domaine d'application

La Norme internationale traite de la sécurité des appareils électriques pour usages domestiques et analogues dont la **tension assignée** n'est pas supérieure à 250 V pour les appareils monophasés et à 480 V pour les autres appareils.

Les appareils non destinés à un usage domestique normal mais qui néanmoins peuvent constituer une source de danger pour le public, tels que les appareils destinés à être utilisés par des usagers non avertis dans des magasins, chez des artisans et dans des fermes, sont compris dans le domaine d'application de la présente norme.

NOTE 1 Comme exemples de tels appareils, on peut citer le matériel de restauration, les appareils de nettoyage à usage industriel et commercial et les appareils pour les coiffeurs.

Dans la mesure du possible, la présente norme traite des risques ordinaires présentés par les appareils, encourus par tous les individus à l'intérieur et autour de l'habitation. Cependant, cette norme ne tient pas compte en général

- de l'utilisation des appareils par des jeunes enfants ou des personnes handicapées sans surveillance;
- de l'emploi de l'appareil comme jouet par des jeunes enfants.

NOTE 2 L'attention est attirée sur le fait que

- pour les appareils destinés à être utilisés dans des véhicules ou à bord de navires ou d'avions, des prescriptions supplémentaires peuvent être nécessaires;
- pour les appareils destinés à être utilisés dans les pays tropicaux, des prescriptions spéciales peuvent être nécessaires;
- dans de nombreux pays, des prescriptions supplémentaires sont spécifiées par les organismes nationaux de la santé, par les organismes nationaux responsables de la protection des travailleurs, par les organismes nationaux responsables de l'alimentation en eau et par des organismes similaires.

NOTE 3 La présente norme ne s'applique pas

- aux appareils prévus exclusivement pour des usages industriels,
- aux appareils destinés à être utilisés dans des locaux présentant des conditions particulières, telles que la présence d'une atmosphère corrosive ou explosive (poussière, vapeur ou gaz);
- aux appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues (CEI 60065);
- aux appareils destinés à des usages médicaux (CEI 60601);
- aux outils électroportatifs à moteur (CEI 60745);
- aux ordinateurs domestiques et équipements analogues (CEI 60950);
- aux machines-outils électriques semi-fixes (CEI 61029).

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60051-2:1984, *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires. Deuxième partie: Prescriptions particulières pour les ampèremètres et les voltmètres*

CEI 60061-1, *Culots de lampes et douilles ainsi que calibres pour le contrôle de l'interchangeabilité et de la sécurité. Première partie: Culots de lampes*

CEI 60065:1998, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

CEI 60068-2-32, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais. Essais Ed: Chute libre (méthode 1)*

CEI 60068-2-75, *Essais d'environnement – Partie 2-75: Essai Eh: Essais aux marteaux*

CEI/TR3 60083, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues, normalisées par les pays membres de la CEI*

CEI 60085, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 60112:1979, *Méthode pour déterminer des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

CEI 60127 (toutes les parties), *Coupe-circuit miniatures*

CEI 60227 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V*

CEI 60238, *Douilles à vis Edison pour lampes*

CEI 60245 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V*

CEI 60249-2-4, *Matériaux de base pour circuits imprimés. Deuxième partie: Spécifications. Spécification n° 4: Feuille de tissu de verre époxyde recouverte de cuivre, de qualité courante*

CEI 60249-2-5, *Matériaux de base pour circuits imprimés. Deuxième partie: Spécifications. Spécification n° 5: Feuille de tissu de verre époxyde recouverte de cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale)*

CEI 60252, *Condensateurs des moteurs à courant alternatif*

CEI 60320-1:1994, *Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 60320-2-3, *Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues – Partie 2-3: Connecteurs avec degré de protection supérieur à IPX0*

CEI 60384-14:1993, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation*

CEI 60417 (toutes les parties), *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60598-1:1999, *Luminaires – Partie 1: Prescriptions générales et essais*

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

CEI 60664-3:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtements pour réaliser la coordination de l'isolement des cartes imprimées équipées*

CEI 60695-2-2:1991, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 2 – Essai au brûleur-aiguille*

CEI 60695-2-11, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

CEI 60695-2-12, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-12: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité sur matériaux*

CEI 60695-2-13, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-13: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'allumabilité des matériaux*

CEI 60695-10-2, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 10: Guide et méthodes d'essai pour la minimalisation des effets de chaleurs anormales sur des produits électrotechniques impliqués dans des feux – Section 2: Méthode pour vérifier la résistance à la chaleur des produits en matériaux non métalliques au moyen de l'essai à la bille*

CEI 60695-11-10:1999, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flamme d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*

CEI 60730-1:1999, *Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue – Partie 1: Règles générales*

CEI 60738-1, *Thermistances à basculement à coefficient de température positif à chauffage direct – Partie 1: Spécification générique*

CEI 60906-1, *Système CEI de prises de courant pour usages domestiques et analogues – Première partie: Prises de courant 16 A 250 V c.a.*

CEI 60990:1999, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

CEI 60998-2-1, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue. Partie 2-1: Règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées avec organes de serrage à vis*

CEI 60998-2-2, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue. Partie 2-2: Règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées avec organes de serrage sans vis*

CEI 60999-1, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm² à 35 mm² (inclus)*

CEI 61032:1997, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

CEI 61058-1:2000, *Interrupteurs pour appareils – Partie 1: Règles générales*

CEI 61180-1, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais*

CEI 61180-2, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 2: Matériel d'essai*

CEI 61558-1:1997, *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues – Partie 1: Règles générales et essais*

CEI 61558-2-6:1997, *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues – Partie 2: Règles particulières pour les transformateurs de sécurité pour usage général*

CEI 61643-1, *Dispositifs de protection contre les surtensions connectés aux réseaux de distribution basse tension – Partie 1: Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essai*

ISO 1463, *Revêtements métalliques et couches d'oxyde – Mesurage de l'épaisseur – Méthode par coupe micrographique*

ISO 2178, *Revêtements métalliques non magnétiques sur métal de base magnétique – Mesurage de l'épaisseur du revêtement – Méthode magnétique*

ISO 2768-1, *Tolérances générales – Partie 1: Tolérances pour dimensions linéaires et angulaires non affectées de tolérances individuelles*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*

ISO 9772:1994, *Plastiques alvéolaires – Détermination des caractéristiques de combustion de petites éprouvettes en position horizontale, soumises à une petite flamme*

3 Définitions

3.1

Lorsque les termes «tension» et «courant» sont employés, ils impliquent, sauf spécification contraire, les valeurs efficaces.

3.1.1

tension assignée

tension attribuée à l'appareil par le fabricant

3.1.2

plage assignée de tensions

plage des tensions attribuée à l'appareil par le fabricant, exprimée par ses limites inférieure et supérieure

3.1.3

tension de service

tension maximale à laquelle la partie considérée est soumise lorsque l'appareil est alimenté sous sa **tension assignée** et mis en fonctionnement dans les **conditions de fonctionnement normal**

NOTE 1 On tient compte des différentes positions des commandes et des dispositifs de coupure.

NOTE 2 La **tension de service** tient compte des tensions de résonance.

NOTE 3 Lors du calcul de la **tension de service**, l'effet des tensions transitoires est ignoré.

3.1.4

puissance assignée

puissance attribuée à l'appareil par le fabricant

3.1.5

plage assignée de puissances

plage de puissances attribuée à l'appareil par le fabricant, exprimée par ses limites inférieure et supérieure

3.1.6

courant assigné

courant attribué à l'appareil par le fabricant

NOTE Si aucun courant n'est attribué à l'appareil, le **courant assigné** est

- pour les **appareils chauffants**, le courant calculé à partir de la **puissance assignée** et de la **tension assignée**;
- pour les **appareils à moteur** et les **appareils combinés**, le courant mesuré lorsque l'appareil est alimenté sous la **tension assignée** et mis en fonctionnement dans les **conditions de fonctionnement normal**.

3.1.7

fréquence assignée

fréquence attribuée à l'appareil par le fabricant

3.1.8

plage assignée de fréquences

plage des fréquences attribuée à l'appareil par le fabricant, exprimée par ses limites inférieure et supérieure

3.1.9

conditions de fonctionnement normal

conditions dans lesquelles l'appareil est mis en fonctionnement en usage normal lorsqu'il est raccordé au réseau d'alimentation

3.1.10

tension assignée de tenue aux chocs

tension déduite de la **tension assignée** et de la catégorie de surtension de l'appareil, caractérisant la capacité de tenue spécifiée de son isolation contre des surtensions transitoires

3.2

3.2.1

câble non fixé à demeure

câble souple, pour l'alimentation ou l'interconnexion, destiné à être raccordé à l'appareil au moyen d'un connecteur approprié

3.2.2

câble d'interconnexion

câble souple extérieur fourni comme élément d'un appareil complet pour des fonctions autres que le raccordement au réseau d'alimentation

NOTE Comme exemples de **câbles d'interconnexion**, on peut citer le câble d'une commande manuelle à distance, une interconnexion extérieure entre deux parties d'un appareil, un câble raccordant un accessoire à l'appareil ou un circuit de signalisation séparé.

3.2.3

câble d'alimentation

câble souple, pour l'alimentation, fixé à l'appareil

3.2.4

fixation du type X

méthode de fixation du **câble d'alimentation** telle qu'il puisse être facilement remplacé

NOTE Le **câble d'alimentation** peut être spécialement préparé, et disponible seulement auprès du fabricant ou de son service après vente. Un câble spécialement préparé peut comporter une partie de l'appareil.

3.2.5

fixation du type Y

méthode de fixation du **câble d'alimentation** telle que le remplacement de celui-ci est prévu pour être réalisé par le fabricant, son service après vente ou une personne de qualification similaire

3.2.6

fixation du type Z

méthode de fixation du **câble d'alimentation** telle qu'il ne puisse être remplacé sans casser ou détruire l'appareil

3.2.7

conducteurs d'alimentation

ensemble de conducteurs prévus pour connecter l'appareil à des canalisations fixes et placés à l'intérieur d'un compartiment incorporé ou fixé à l'appareil

3.3

3.3.1

isolation principale

isolation des **parties actives** destinée à assurer la protection principale contre les chocs électriques

3.3.2

isolation supplémentaire

isolation indépendante prévue en plus de l'**isolation principale**, en vue d'assurer la protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'**isolation principale**

3.3.3

double isolation

système d'isolation comprenant à la fois une **isolation principale** et une **isolation supplémentaire**

3.3.4

isolation renforcée

isolation unique des **parties actives** assurant, dans les conditions spécifiées par la présente norme, un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à une **double isolation**

NOTE Ceci n'implique pas que l'isolation soit homogène. Elle peut comprendre plusieurs couches qui ne peuvent pas être essayées séparément en tant qu'**isolation supplémentaire** ou **isolation principale**.

3.3.5

isolation fonctionnelle

isolation entre parties conductrices de potentiel différent, qui est uniquement nécessaire au fonctionnement de l'appareil

3.3.6

impédance de protection

impédance connectée entre les **parties actives** et les **parties conductrices accessibles de parties de la classe II**, telle que le courant, en usage normal et dans les conditions de défaut susceptibles de se produire dans l'appareil, soit limité à une valeur sans danger

3.3.7

appareil de la classe 0

appareil dans lequel la protection contre les chocs électriques repose uniquement sur l'**isolation principale**, ceci impliquant qu'aucune disposition n'existe pour la connexion des **parties** conductrices **accessibles** éventuelles à un conducteur de protection des canalisations fixes de l'installation, la protection en cas de défaut de l'**isolation principale** reposant sur l'environnement

NOTE Les **appareils de la classe 0** ont soit une enveloppe en matière isolante qui peut former tout ou partie de l'**isolation principale** soit une enveloppe métallique qui est séparée des **parties actives** par une isolation appropriée. Si un appareil pourvu d'une enveloppe en matière isolante comporte des dispositions en vue de la mise à la terre des parties internes, il est considéré comme étant un **appareil de la classe I** ou un **appareil de la classe 0I**.

3.3.8

appareil de la classe 0I

appareil ayant au moins une **isolation principale** dans toutes ses parties et comportant une borne de terre, mais équipé d'un **câble d'alimentation** ne comportant pas de conducteur de terre, et d'une fiche de prise de courant sans contact de terre

3.3.9

appareil de la classe I

appareil dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'**isolation principale** mais dans lequel une mesure de sécurité supplémentaire a été prise sous la forme de moyens de raccordement des **parties** conductrices **accessibles** à un conducteur de protection faisant partie des canalisations fixes de l'installation de sorte que les **parties** conductrices **accessibles** ne puissent devenir dangereuses en cas de défaut de l'**isolation principale**

NOTE Ces moyens comprennent un conducteur de protection dans le **câble d'alimentation**.

3.3.10

appareil de la classe II

appareil dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'**isolation principale** mais dans lequel ont été prises des mesures supplémentaires de sécurité, telles que la **double isolation** ou l'**isolation renforcée**, ces mesures ne comportant pas de moyen de mise à la terre de protection et ne dépendant pas des conditions d'installation

NOTE 1 Un tel appareil peut être de l'un des types suivants:

- un appareil ayant une enveloppe durable et pratiquement continue en matière isolante enfermant toutes les parties métalliques, à l'exception de petites pièces telles que plaques signalétiques, vis et rivets, qui sont séparées des parties actives par une isolation au moins équivalente à l'**isolation renforcée**; un tel appareil est appelé **appareil de la classe II** à enveloppe isolante;
- un appareil ayant une enveloppe métallique pratiquement continue, dans lequel la **double isolation** ou l'**isolation renforcée** est partout utilisée; un tel appareil est appelé **appareil de la classe II** à enveloppe métallique;
- un appareil qui est la combinaison d'un **appareil de la classe II** à enveloppe isolante et d'un **appareil de la classe II** à enveloppe métallique.

NOTE 2 L'enveloppe d'un **appareil de la classe II** à enveloppe isolante peut former tout ou partie de l'**isolation supplémentaire** ou de l'**isolation renforcée**.

NOTE 3 Si un appareil ayant en toutes ses parties une **double isolation** ou une **isolation renforcée** comporte des dispositions en vue de la mise à la terre, il est considéré comme étant un **appareil de la classe I** ou un **appareil de la classe 0I**.

3.3.11

partie de la classe II

partie d'un appareil pour laquelle la protection contre les chocs électriques repose sur une **double isolation** ou une **isolation renforcée**

3.3.12

appareil de la classe III

appareil dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation sous **très basse tension de sécurité** et dans lequel ne sont pas engendrées de tensions supérieures à la **très basse tension de sécurité**

3.3.13

partie de la classe III

partie d'un appareil pour laquelle la protection contre les chocs électriques repose sur une **très basse tension de sécurité** et dans laquelle ne sont pas engendrées de tensions supérieures à la **très basse tension de sécurité**

3.3.14

distance dans l'air

plus petite distance dans l'air entre deux parties conductrices ou entre une partie conductrice et la **surface accessible**

3.3.15

ligne de fuite

plus petite distance le long de la surface de l'isolation entre deux parties conductrices ou entre une partie conductrice et la **surface accessible**

3.4

3.4.1

très basse tension

tension fournie par une source à l'intérieur de l'appareil, qui ne dépasse pas 50 V entre conducteurs et entre conducteurs et terre lorsque l'appareil est alimenté sous la **tension assignée**

3.4.2

très basse tension de sécurité

tension ne dépassant pas 42 V entre conducteurs et entre conducteurs et terre, la tension à vide ne dépassant pas 50 V.

Si une **très basse tension de sécurité** est obtenue à partir du réseau d'alimentation, elle doit être fournie par l'intermédiaire d'un **transformateur de sécurité** ou d'un convertisseur à enroulements séparés, dont l'isolation répond aux prescriptions de la **double isolation** ou de l'**isolation renforcée**.

NOTE 1 Les limites prescrites pour la tension sont établies en supposant que le **transformateur de sécurité** est alimenté sous sa tension assignée.

NOTE 2 La **très basse tension de sécurité** est également appelée TBTS.

3.4.3

transformateur de sécurité

transformateur dont l'enroulement primaire est séparé électriquement des enroulements secondaires par une isolation au moins équivalente à la **double isolation** ou à l'**isolation renforcée** et qui est destiné à alimenter un appareil ou un circuit à une **très basse tension de sécurité**

3.4.4

circuit à très basse tension de protection

circuit relié à la terre fonctionnant sous une **très basse tension de sécurité** qui est séparé des autres circuits par une **isolation principale** et par un écran de protection, ou par une **double isolation** ou par une **isolation renforcée**

NOTE 1 L'écran de protection est la séparation des circuits des **parties actives** au moyen d'un écran relié à la terre.

NOTE 2 Un **circuit à très basse tension de protection** est également appelé circuit TBTP.

3.5

3.5.1

appareil mobile

appareil qui est prévu pour être déplacé pendant son fonctionnement ou appareil, autre qu'un **appareil installé à poste fixe**, dont la masse est inférieure à 18 kg

3.5.2

appareil portatif

appareil mobile prévu pour être tenu à la main en usage normal

3.5.3

appareil fixe

appareil installé à poste fixe ou appareil qui n'est pas un appareil mobile

3.5.4

appareil installé à poste fixe

appareil qui est prévu pour être utilisé attaché à un support ou fixé d'une autre manière à un endroit précis

NOTE Les adhésifs ne sont pas considérés comme un moyen d'attacher un **appareil installé à poste fixe** à un support.

3.5.5

appareil à encastrer

appareil installé à poste fixe prévu pour être installé dans un meuble ou dans un logement pratiqué dans un mur ou dans des emplacements analogues

3.5.6

appareil chauffant

appareil comportant des éléments chauffants et sans aucun moteur

3.5.7

appareil à moteur

appareil comportant des moteurs et sans aucun élément chauffant

NOTE Les appareils à entraînement magnétique sont considérés comme étant des **appareils à moteur**.

3.5.8

appareil combiné

appareil comportant des éléments chauffants et des moteurs

3.6

3.6.1

partie non amovible

partie qui ne peut être enlevée ou ouverte qu'à l'aide d'un **outil** ou partie qui satisfait à l'essai de 22.11

3.6.2

partie amovible

partie qui peut être enlevée sans l'aide d'un **outil**, partie qui est enlevée conformément aux instructions d'emploi, même si un **outil** est nécessaire pour l'enlever, ou partie qui ne satisfait pas à l'essai de 22.11

NOTE 1 Si, pour effectuer l'installation, une partie doit être enlevée, cette partie n'est pas considérée comme amovible, même s'il est indiqué dans les instructions de l'enlever.

NOTE 2 Les composants qui peuvent être enlevés sans l'aide d'un **outil** sont considérés comme des **parties amovibles**.

NOTE 3 Une partie qui peut être ouverte est considérée comme une partie qui peut être enlevée.

3.6.3

partie accessible

partie ou surface qui peut être touchée au moyen du calibre d'essai B de la CEI 61032, et si la partie ou surface est métallique, toute partie conductrice qui lui est raccordée

3.6.4

partie active

conducteur ou partie conductrice destiné à être alimenté en usage normal, y compris le conducteur de neutre mais, par convention, non compris un conducteur PEN

NOTE 1 Des parties, accessibles ou non, conformes à 8.1.4 ne sont pas considérées comme des **parties actives**.

NOTE 2 Un conducteur PEN est un conducteur mis à la terre combinant les fonctions à la fois de conducteur de protection et de conducteur neutre.

3.6.5

outil

tournevis, pièce de monnaie ou autre objet quelconque pouvant être utilisé pour manœuvrer une vis ou un dispositif de fixation similaire

3.7

3.7.1

thermostat

dispositif sensible à la température, dont la température de fonctionnement peut être soit fixée, soit réglable et qui, dans les **conditions de fonctionnement normal**, maintient la température de la partie commandée entre certaines limites par l'ouverture et la fermeture automatiques d'un circuit

3.7.2

limiteur de température

dispositif sensible à la température, dont la température de fonctionnement peut être soit fixée, soit réglable et qui, dans les **conditions de fonctionnement normal**, fonctionne par ouverture ou fermeture d'un circuit quand la température de la partie commandée atteint une valeur préalablement déterminée

NOTE Il n'effectue pas l'opération inverse lors du cycle normal de l'appareil. Il peut nécessiter ou non un réarmement manuel.

3.7.3

coupe-circuit thermique

dispositif qui, en fonctionnement anormal, limite la température de la partie commandée par l'ouverture automatique du circuit ou par réduction du courant, et qui est construit de façon telle que son réglage ne puisse pas être modifié par l'utilisateur

3.7.4

coupe-circuit thermique à réarmement automatique

coupe-circuit thermique qui rétablit automatiquement le courant lorsque la partie correspondante de l'appareil s'est suffisamment refroidie

3.7.5

coupe-circuit thermique sans réarmement automatique

coupe-circuit thermique qui nécessite une opération manuelle, ou le remplacement d'un élément, pour rétablir le courant

NOTE Une opération manuelle inclut la déconnexion de l'appareil du réseau d'alimentation.

3.7.6

dispositif de protection

dispositif dont le fonctionnement évite une situation dangereuse dans des conditions anormales de fonctionnement

3.7.7

protecteur thermique

coupe-circuit thermique qui ne fonctionne qu'une seule fois et qui implique un remplacement partiel ou total

3.8

3.8.1

coupure omnipolaire

déconnexion des deux conducteurs de l'alimentation par une seule action d'ouverture ou, pour les appareils triphasés, déconnexion des trois conducteurs d'alimentation par une seule action d'ouverture

NOTE Pour les appareils triphasés, le conducteur neutre n'est pas considéré comme un conducteur de l'alimentation.

3.8.2

position arrêt

position stable d'un dispositif de coupure dans laquelle le circuit commandé par ce dispositif est déconnecté de son alimentation

NOTE La **position arrêt** n'implique pas nécessairement une **coupure omnipolaire**.

3.8.3

élément chauffant lumineux

élément chauffant qui est partiellement ou complètement visible de l'extérieur de l'appareil et ayant une température au moins égale à 650 °C après que l'appareil a été mis en fonctionnement dans les **conditions de fonctionnement normal** à la **puissance assignée** jusqu'à l'établissement des conditions de régime

3.8.4

élément chauffant CTP

élément destiné au chauffage, constitué principalement de résistances à coefficient de température positif qui sont sensibles thermiquement et qui présentent un accroissement rapide non linéaire de résistance lorsque la température s'élève à l'intérieur d'une plage particulière

3.8.5

entretien par l'utilisateur

toute opération d'entretien indiquée dans les instructions d'emploi, ou marquée sur l'appareil, et dont l'accomplissement par l'utilisateur a été prévu

3.9

3.9.1

composant électronique

partie dans laquelle la conduction est principalement assurée par des électrons se déplaçant dans un milieu sous vide, gazeux ou semi-conducteur

NOTE Des indicateurs à néon ne sont pas considérés comme des **composants électroniques**.

3.9.2

circuit électronique

circuit comportant au moins un **composant électronique**

4 Prescriptions générales

Les appareils doivent être construits de façon telle qu'en usage normal ils fonctionnent de façon sûre, de sorte qu'ils ne présentent pas de danger pour les personnes ou leur environnement même en cas de négligence pouvant survenir en usage normal.

En général, ce principe est satisfait en se conformant aux prescriptions appropriées spécifiées dans la présente norme et la vérification est effectuée en réalisant tous les essais appropriés.

5 Conditions générales d'essais

Sauf spécification contraire, les essais sont effectués conformément à cet article.

5.1 Les essais mentionnés dans la présente norme sont des essais de type.

NOTE Les essais de série sont décrits à l'annexe A.

5.2 *Les essais sont effectués sur un seul appareil qui doit satisfaire à tous les essais le concernant. Toutefois, les essais des articles 20, 22 (sauf 22.11 et 22.18) à 26, 28, 30 et 31 peuvent être effectués sur des appareils séparés. L'essai du 22.3 est effectué sur un nouvel appareil.*

NOTE 1 Des échantillons supplémentaires peuvent être demandés si l'appareil doit être essayé sous des conditions différentes, par exemple s'il peut être alimenté sous plusieurs tensions d'alimentation.

Si une partie intentionnellement faible se rompt au cours des essais de l'article 19, un appareil supplémentaire est nécessaire.

L'essai de composants peut nécessiter la présentation d'échantillons supplémentaires de ces composants.

Si l'essai de l'annexe C est effectué, six échantillons du moteur sont nécessaires.

Si les essais de l'annexe G sont effectués, quatre transformateurs supplémentaires sont nécessaires.

Si les essais de l'annexe H sont effectués, trois interrupteurs ou trois appareils supplémentaires sont nécessaires.

NOTE 2 L'accumulation de contraintes résultant d'essais successifs sur des **circuits électroniques** sera évitée. Il peut être nécessaire de remplacer les composants ou d'utiliser des appareils supplémentaires. Le nombre d'appareils supplémentaires sera maintenu minimal par une évaluation des **circuits électroniques** correspondants.

NOTE 3 Si un appareil doit être démonté afin qu'un essai puisse être effectué, des précautions seront prises pour s'assurer qu'il a été remonté dans son état d'origine. En cas de doute, les essais ultérieurs peuvent être effectués sur des appareils séparés.

5.3 *Les essais sont effectués dans l'ordre des articles. Toutefois, l'essai de 22.11 prévu sur l'appareil à la température ambiante est effectué avant les essais de l'article 8. Les essais de l'article 14 et du 22.24 sont effectués après les essais de l'article 29.*

S'il est évident d'après la construction de l'appareil qu'un essai spécifique n'est pas applicable, l'essai n'est pas effectué.

5.4 *Lors de l'essai d'appareils alimentés également par d'autres énergies telles que le gaz, l'influence de leur utilisation doit être prise en compte.*

5.5 *Les essais sont effectués l'appareil, ou toute partie mobile de celui-ci, étant placé dans la position la plus défavorable susceptible de se présenter en usage normal.*

5.6 *Les appareils pourvus de dispositifs de commande ou de dispositifs de coupure sont essayés, ces dispositifs étant réglés sur la position la plus défavorable, si le réglage peut être modifié par l'utilisateur.*

NOTE 1 Si l'organe de réglage du dispositif de commande est accessible sans l'aide d'un **outil**, ce paragraphe s'applique, que le réglage puisse être modifié à la main ou à l'aide d'un **outil**. Si l'organe de réglage n'est pas accessible sans l'aide d'un **outil** et si le réglage n'est pas conçu pour être modifié par l'utilisateur, ce paragraphe ne s'applique pas.

NOTE 2 Un scellement approprié est considéré comme empêchant toute modification du réglage par l'utilisateur.

5.7 *Les essais sont effectués dans un espace sans courants d'air et à une température ambiante de 20 °C ± 5 °C.*

Si la température atteinte par une partie quelconque en essai est limitée par un dispositif sensible à la température, ou est influencée par la température à laquelle un changement d'état intervient, par exemple lorsque de l'eau bout, la température ambiante est, en cas de doute, maintenue à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

5.8.1 Les appareils pour courant alternatif seulement sont essayés en courant alternatif à la **fréquence assignée**, et ceux pour courant alternatif et courant continu sont essayés avec l'alimentation la plus défavorable.

Les appareils pour courant alternatif ne portant pas d'indication de la **fréquence assignée** ou portant l'indication d'une plage de fréquences de 50 Hz à 60 Hz sont essayés soit à 50 Hz soit à 60 Hz, suivant la fréquence la plus défavorable.

5.8.2 Les appareils prévus pour plus d'une **tension assignée** sont essayés sur la base de la tension la plus défavorable.

Pour les **appareils à moteur** et les **appareils combinés** portant l'indication d'une **plage assignée de tensions**, lorsqu'il est spécifié que la tension d'alimentation est égale à la **tension assignée** multipliée par un facteur, l'appareil est alimenté à

- la limite supérieure de la **plage assignée de tensions** multipliée par ce facteur, si celui-ci est supérieur à 1;
- la limite inférieure de la **plage assignée de tensions** multipliée par ce facteur, si celui-ci est inférieur à 1.

Si aucun facteur n'est spécifié, la tension d'alimentation est la plus défavorable de la **plage assignée de tensions**.

NOTE 1 Si un **appareil chauffant** est prévu pour une **plage assignée de tensions**, la limite supérieure de la plage de tensions sera habituellement la tension la plus défavorable de la plage.

NOTE 2 Pour les **appareils à moteur** et les **appareils combinés**, ainsi que pour les appareils prévus pour plusieurs **tensions assignées** ou plusieurs **plages assignées de tensions**, il peut être nécessaire d'effectuer certains essais aux valeurs minimale, moyenne et maximale de la **tension assignée** ou de la **plage assignée de tensions** pour déterminer la tension la plus défavorable.

5.8.3 Pour les **appareils chauffants** et les **appareils combinés** portant l'indication d'une **plage assignée de puissances**, lorsqu'il est spécifié que la puissance est égale à la **puissance assignée** multipliée par un facteur, l'appareil est mis en fonctionnement à

- la limite supérieure de la **plage assignée de puissances** multipliée par ce facteur, si celui-ci est supérieur à 1;
- la limite inférieure de la **plage assignée de puissances** multipliée par ce facteur, si celui-ci est inférieur à 1.

Si aucun facteur n'est spécifié, la puissance est la plus défavorable de la **plage assignée de puissances**.

5.8.4 Pour les appareils portant l'indication d'une **plage assignée de tensions** et d'une **puissance assignée** correspondant à la moyenne de la **plage assignée de tensions**, lorsqu'il est spécifié que la puissance est égale à la **puissance assignée** multipliée par un facteur, l'appareil est mis en fonctionnement à

- la puissance calculée correspondant à la limite supérieure de la **plage assignée de tensions** multipliée par ce facteur, si celui-ci est supérieur à 1;
- la puissance calculée correspondant à la limite inférieure de la **plage assignée de tensions** multipliée par ce facteur, si celui-ci est inférieur à 1.

Si aucun facteur n'est spécifié, la puissance correspond à la puissance obtenue avec la tension la plus défavorable à l'intérieur de la **plage assignée de tensions**.

5.9 Lorsque des éléments chauffants en option ou des accessoires sont prévus par le fabricant de l'appareil, l'appareil est essayé avec ceux de ces éléments ou accessoires qui donnent les résultats les plus défavorables.

5.10 Les essais sont effectués sur l'appareil en état de livraison. Toutefois, un appareil conçu comme un tout mais livré en plusieurs éléments est essayé après assemblage selon les instructions fournies avec l'appareil.

Les appareils à encastrer et les appareils installés à poste fixe sont installés selon les instructions fournies avec l'appareil, avant les essais.

5.11 Les appareils destinés à être raccordés à l'alimentation par un câble souple sont essayés avec le câble souple approprié raccordé à l'appareil.

5.12 Pour les **appareils chauffants** et les **appareils combinés**, lorsqu'il est spécifié que l'appareil doit être mis en fonctionnement à une puissance multipliée par un facteur, ceci ne s'applique qu'aux éléments chauffants dont la résistance n'a pas de coefficient de température positif appréciable.

Pour les éléments chauffants dont la résistance a un coefficient de température positif appréciable, autres que les **éléments chauffants CTP**, la tension d'alimentation est déterminée en alimentant l'appareil sous la **tension assignée** jusqu'à ce qu'il atteigne sa température de fonctionnement. La tension d'alimentation est ensuite rapidement augmentée jusqu'à la valeur nécessaire pour obtenir la puissance prescrite pour l'essai correspondant, cette valeur de la tension d'alimentation étant maintenue pendant l'essai.

NOTE En général, on considère que le coefficient de température est appréciable si, à la **tension assignée**, la puissance de l'appareil à l'état froid diffère de plus de 25 % de la puissance à la température de fonctionnement.

5.13 Les essais des appareils avec **éléments chauffants CTP** sont effectués à une tension correspondant à la puissance spécifiée. Lorsqu'une puissance supérieure à la **puissance assignée** est spécifiée, le facteur de multiplication de la tension est égal à la racine carrée du facteur de multiplication de la puissance.

5.14 Si des **appareils de la classe 0I** ou des **appareils de la classe I** comportent des **parties métalliques accessibles** qui ne sont pas mises à la terre et ne sont pas séparées des **parties actives** par une partie métallique intermédiaire qui est mise à la terre, ces parties sont vérifiées suivant les prescriptions applicables aux **appareils de la classe II**.

Si des **appareils de la classe 0I** ou des **appareils de la classe I** comportent des **parties non métalliques accessibles**, ces parties sont vérifiées suivant les prescriptions applicables aux **parties de la classe II** à moins que ces parties ne soient séparées des parties actives par une partie métallique intermédiaire mise à la terre.

5.15 Si des appareils comportent des parties fonctionnant en **très basse tension de sécurité**, celles-ci doivent être vérifiées suivant les prescriptions applicables aux **parties de la classe III**.

5.16 Lors des essais des **circuits électroniques**, l'alimentation doit être exempte de perturbations provenant de sources extérieures, pouvant influencer les résultats d'essais.

5.17 Les appareils alimentés par des accumulateurs sont soumis aux essais de l'annexe B.

5.18 Si des dimensions linéaires et angulaires sont spécifiées sans tolérances, la norme ISO 2768-1 est applicable.

6 Classification

6.1 Les appareils doivent être de l'une des classes suivantes, d'après la protection contre les chocs électriques:

classe I, classe II, classe III.

La vérification est effectuée par examen et par les essais correspondants.

6.2 Les appareils doivent avoir le degré approprié de protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau.

La vérification est effectuée par examen et par les essais correspondants.

NOTE Les degrés de protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau sont indiqués dans la CEI 60529.

7 Marquage et indications

7.1 Les appareils doivent porter les marquages suivants:

- la **tension assignée** ou la **plage assignée de tensions**, en volts;
- le symbole de la nature du courant, à moins que la **fréquence assignée** ne soit indiquée;
- la **puissance assignée**, en watts ou le **courant assigné** en ampères;
- le nom ou la marque commerciale ou la marque d'identification du fabricant ou du vendeur responsable;
- la référence du modèle ou du type;
- le symbole 5172 de la CEI 60417 pour les **appareils de la classe II** seulement;
- le nombre IP, selon le degré de protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau, autre que IPX0.

Pour les appareils destinés à être raccordés au réseau d'alimentation, le marquage de la **tension assignée** ou de la **plage assignée de tensions** doit couvrir

- 230 V pour les appareils monophasés ;
- 400 V pour les appareils polyphasés.

La vérification est effectuée par examen.

NOTE 1 Il n'est pas nécessaire d'indiquer le premier chiffre du nombre IP sur l'appareil.

NOTE 2 Des marquages supplémentaires sont admis, à condition qu'ils ne donnent pas lieu à confusion.

NOTE 3 Si des composants portent leur propre marquage, le marquage de l'appareil et le marquage des composants seront tels qu'il ne puisse y avoir de doute quant au marquage de l'appareil lui-même.

NOTE 4 Si l'appareil porte le marquage de la pression assignée, on peut utiliser les bars, mais uniquement en association avec les pascals, et entre parenthèses.

7.2 Les appareils fixes pour alimentation multiple doivent porter en substance:

Avertissement: Avant d'accéder aux bornes de raccordement, tous les circuits d'alimentation doivent être déconnectés.

Cet avertissement doit être placé à proximité du couvercle des bornes.

La vérification est effectuée par examen.

7.3 Le marquage des appareils ayant une plage assignée de valeurs et qui peuvent fonctionner sans réglage à l'intérieur de cette plage doit comporter les limites inférieure et supérieure de la plage, séparées par un tiret.

NOTE 1 Exemple: 115-230 V: L'appareil est utilisable pour toute valeur comprise à l'intérieur de la plage indiquée (un fer à friser avec un élément chauffant CTP).

Le marquage des appareils ayant différentes valeurs assignées et qui doivent être réglés par l'utilisateur ou l'installateur afin d'être utilisés à une valeur donnée doit comporter les différentes valeurs séparées par un trait oblique.

NOTE 2 Exemple: 115/230 V: L'appareil est seulement utilisable pour les valeurs indiquées (un rasoir avec un commutateur).

NOTE 3 Cette prescription est également applicable aux appareils comportant des moyens de connexion à une alimentation monophasée et à une alimentation triphasée.

Exemple: 230 V/400 V: L'appareil est seulement utilisable pour les valeurs indiquées, 230 V correspondant au fonctionnement en monophasé et 400 V au fonctionnement en triphasé (un lave-vaisselle comportant des bornes pour les deux alimentations).

La vérification est effectuée par examen.

7.4 Si l'appareil peut être réglé pour différentes tensions assignées, la tension pour laquelle l'appareil est réglé doit apparaître clairement.

NOTE Si de fréquentes modifications du réglage de la tension ne sont pas nécessaires, cette prescription est considérée comme satisfaite si la tension assignée pour laquelle l'appareil doit être réglé peut être déterminée à partir d'un schéma de câblage fixé sur l'appareil. Le schéma de câblage peut figurer sur la face interne d'un couvercle que l'on doit enlever pour raccorder le conducteur d'alimentation. Il ne sera pas porté sur une étiquette attachée sommairement à l'appareil.

La vérification est effectuée par examen.

7.5 Pour les appareils portant le marquage de plusieurs tensions assignées ou d'une ou plusieurs plages assignées de tensions, la puissance assignée ou le courant assigné doivent être indiqués pour chacune de ces tensions ou de ces plages. Toutefois, si la différence entre les limites d'une plage assignée de tensions ne dépasse pas 10 % de la valeur moyenne de la plage, le marquage de la puissance assignée ou du courant assigné peut correspondre à la valeur moyenne de cette plage.








Les limites supérieure et inférieure de la puissance assignée ou du courant assigné doivent être indiquées sur l'appareil de façon telle que la correspondance entre la puissance et la tension soit claire.

La vérification est effectuée par examen.

7.6 Lorsqu'il est fait usage de symboles, on doit utiliser:

== [symbole 5031 de la CEI 60417] courant continu

~ [symbole 5032 de la CEI 60417] courant alternatif

3 ~		courant alternatif triphasé
3N ~		courant alternatif triphasé avec neutre
	[symbole 5016 de la CEI 60417]	coupe-circuit; fusible
NOTE 1 Le courant assigné du fusible peut être indiqué en association avec ce symbole.		
		fusible miniature à fonction temporisée où X est le symbole pour la caractéristique temps/courant comme indiqué dans la CEI 60127
	[symbole 5019 de la CEI 60417]	terre de protection
	[symbole 5172 de la CEI 60417]	matériel de la classe II
	[symbole 5012 de la CEI 60417]	lampe
NOTE 2 La puissance assignée de la lampe peut être indiquée en association avec ce symbole.		
	[symbole 1641 de l'ISO 7000]	lire les instructions
	[symbole 0434 de l'ISO 7000]	avertissement

Le symbole de la nature de l'alimentation doit être placé aussitôt après l'indication de la **tension assignée**.

Le symbole pour les **appareils de la classe II** doit être placé de façon qu'il soit évident qu'il constitue une partie des données techniques et ne soit pas susceptible d'être confondu avec tout autre marquage.

Les unités des quantités physiques et leurs symboles doivent être ceux du système international normalisé.

La vérification est effectuée par examen.

NOTE 3 Des symboles supplémentaires sont admis à condition qu'ils ne donnent pas lieu à confusion.

NOTE 4 Les symboles de la CEI 60417 et de l'ISO 7000 peuvent être utilisés.

7.7 Les appareils prévus pour être raccordés à plus de deux conducteurs d'alimentation et les appareils pour alimentation multiple doivent porter un schéma de connexion, fixé à l'appareil, à moins que le mode correct de connexion ne soit évident.

La vérification est effectuée par examen.

NOTE 1 Le mode correct de connexion des appareils triphasés est considéré comme évident si les bornes des conducteurs de l'alimentation sont repérées par des flèches pointant vers les bornes.

NOTE 2 Le marquage au moyen de mots est un moyen acceptable d'indiquer le mode correct de connexion.

NOTE 3 Le schéma de connexion peut être le schéma auquel il est fait référence en 7.4.

7.8 Sauf pour les **fixations du type Z**, les bornes utilisées pour le raccordement au réseau d'alimentation doivent porter le marquage suivant:

- les bornes prévues uniquement pour le conducteur neutre doivent être repérées par la lettre N;
- les bornes de terre de protection doivent être repérées par le symbole 5019 de la CEI 60417.

Ces indications ne doivent pas être placées sur des vis, des rondelles amovibles ni sur d'autres parties qui peuvent être enlevées lors du raccordement des conducteurs.

La vérification est effectuée par examen.

7.9 Sauf si cela est manifestement inutile, les interrupteurs dont le fonctionnement peut entraîner un danger doivent être marqués ou placés de façon à indiquer clairement la partie de l'appareil qu'ils commandent. Les indications utilisées à cet effet doivent, autant que possible, être compréhensibles sans la connaissance de langues ou de normes nationales.

La vérification est effectuée par examen.

7.10 Les différentes positions des interrupteurs des **appareils fixes** et les différentes positions des dispositifs de commande de tous les appareils doivent être indiquées par des chiffres, des lettres ou autres moyens visuels.

NOTE 1 Cette prescription est également applicable aux interrupteurs qui font partie d'un dispositif de commande.

S'il est fait usage de chiffres pour le repérage des différentes positions, la **position arrêt** doit être indiquée par le chiffre 0 et la position correspondant à une valeur plus élevée, telle qu'une charge, une puissance, une vitesse ou un effet de refroidissement, doit être indiquée par un chiffre plus élevé.

Le chiffre 0 ne doit être utilisé pour aucune autre indication, à moins qu'il ne soit placé et associé à d'autres chiffres de façon telle qu'il ne donne pas lieu à confusion avec l'indication de la **position arrêt**.

NOTE 2 Par exemple, le chiffre 0 peut être utilisé sur un clavier de programmation numérique.

La vérification est effectuée par examen.

7.11 Les dispositifs de commande destinés à être réglés au cours de l'installation, ou en usage normal, doivent comporter une indication du sens du réglage.

NOTE Une indication par + et - est suffisante.

La vérification est effectuée par examen.

7.12 Des instructions d'emploi doivent être fournies avec l'appareil afin que celui-ci puisse être utilisé sans danger.

NOTE Les instructions d'emploi peuvent être marquées sur l'appareil à condition qu'elles soient visibles en usage normal.

S'il est nécessaire de prendre des précautions lors de l'**entretien par l'utilisateur**, les détails appropriés doivent être donnés.

La vérification est effectuée par examen.

7.12.1 S'il est nécessaire de prendre des précautions lors de l'installation, les détails appropriés doivent être donnés.

La vérification est effectuée par examen.

7.12.2 Si un **appareil fixe** ne comporte pas de **câble d'alimentation** avec fiche de prise de courant, ou d'autres moyens de déconnexion du réseau d'alimentation ayant une distance d'ouverture des contacts de tous les pôles assurant une coupure complète dans les conditions de catégorie de surtension III, les instructions doivent indiquer qu'un moyen de déconnexion doit être prévu dans les canalisations fixes conformément aux règles d'installation.

La vérification est effectuée par examen.

7.12.3 Si l'isolation des canalisations fixes alimentant un appareil destiné à être raccordé de façon permanente au réseau d'alimentation peut venir en contact avec des parties ayant un échauffement supérieur à 50 K pendant l'essai de l'article 11, les instructions doivent indiquer que l'isolation des canalisations fixes doit être protégée, par exemple au moyen d'un manchon isolant ayant des caractéristiques de température appropriée.

La vérification est effectuée par examen et pendant l'essai de l'article 11.

7.12.4 Les instructions pour les **appareils à encastrer** doivent fournir des informations concernant les points suivants:

- dimensions de l'espace à prévoir pour l'appareil;
- dimensions et position des moyens pour supporter et fixer l'appareil dans cet espace;
- distances minimales entre les différentes parties de l'appareil et la structure environnante;
- dimensions minimales des ouvertures de ventilation et leur disposition correcte;
- connexion de l'appareil au réseau d'alimentation et, le cas échéant, interconnexion des composants séparés;
- nécessité pour la fiche de prise de courant d'être accessible après installation, à moins que l'appareil ne soit muni d'un interrupteur conforme au 24.3.

La vérification est effectuée par examen.

7.12.5 Pour les appareils pourvus d'une **fixation du type X** avec un câble spécialement préparé, les instructions doivent contenir en substance:

Si le câble d'alimentation est endommagé, il doit être remplacé par un câble ou un ensemble spécial disponible auprès du fabricant ou de son service après vente.

Pour les appareils pourvus d'une **fixation du type Y**, les instructions doivent contenir en substance:

Si le câble d'alimentation est endommagé, il doit être remplacé par le fabricant, son service après vente ou des personnes de qualification similaire afin d'éviter un danger.

Pour les appareils pourvus d'une **fixation du type Z**, les instructions doivent contenir en substance:

Le câble d'alimentation ne peut pas être remplacé. Si le câble est endommagé, il convient de mettre l'appareil au rebut.

La vérification est effectuée par examen.

7.13 Les instructions et autres textes prescrits par la présente norme doivent être rédigés dans une langue officielle du pays dans lequel l'appareil doit être vendu.

La vérification est effectuée par examen.

7.14 Les marquages prescrits par la présente norme doivent être clairement lisibles et durables.

La vérification consiste à effectuer un examen et à frotter le marquage à la main pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'eau et de nouveau pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'essence.

Après tous les essais de la présente norme, les marquages doivent être clairement lisibles, et il ne doit pas être possible d'enlever facilement les plaques signalétiques et celles-ci ne doivent pas se recroqueviller.

NOTE 1 Pour l'appréciation de la durabilité des marquages, il est tenu compte de l'effet de l'usage normal. Par exemple, le marquage par peinture ou émail, autre que l'émail vitrifié, sur des récipients qui sont susceptibles d'être nettoyés fréquemment n'est pas considéré comme durable.

NOTE 2 L'essence à utiliser pour cet essai est de l'hexane à solvant aliphatique ayant un contenu maximal d'aromatique de 0,1 % en volume, une valeur de kauri-butanol de 29, un point d'ébullition initial d'approximativement 65 °C, un point de séchage d'approximativement 69 °C et une masse spécifique d'approximativement 0,66 kg/l.

7.15 Les marquages spécifiés de 7.1 à 7.5 doivent être portés sur une partie principale de l'appareil.

Les marquages sur l'appareil doivent pouvoir être clairement distingués de l'extérieur de l'appareil mais, si nécessaire, après enlèvement d'un couvercle. Pour les **appareils mobiles**, il doit être possible d'enlever ou d'ouvrir ce couvercle sans l'aide d'un **outil**.

Pour les **appareils fixes**, le nom ou la marque commerciale ou la marque d'identification du fabricant ou du vendeur responsable et la référence du modèle ou du type, au moins, doivent être visibles lorsque l'appareil est installé comme en usage normal. Ces marquages peuvent figurer sous un **couvercle amovible**. Les autres marquages peuvent figurer sous un couvercle uniquement s'ils sont à proximité des bornes. Pour les **appareils installés à poste fixe**, cette prescription s'applique après que l'appareil a été installé conformément aux instructions fournies avec l'appareil.

Les indications relatives aux interrupteurs et aux dispositifs de commande doivent être placées sur ou à proximité de ces composants. Elles ne doivent pas être placées sur des parties qui peuvent être positionnées ou remises en place de façon telle que le marquage soit erroné.

La vérification est effectuée par examen.

7.16 Si la conformité à la présente norme dépend du fonctionnement d'un **protecteur thermique** remplaçable ou d'un fusible protecteur remplaçable, le numéro de référence, ou d'autres moyens d'identification du protecteur, doivent être marqués à un endroit tel qu'ils soient clairement visibles lorsque l'appareil a été démonté autant qu'il est nécessaire pour remplacer le protecteur.

NOTE Le marquage sur le protecteur est autorisé s'il est visible après que le protecteur a fonctionné.

Cette prescription n'est pas applicable aux protecteurs qui ne peuvent être remplacés qu'avec une partie de l'appareil.

La vérification est effectuée par examen.

8 Protection contre l'accès aux parties actives

8.1 Les appareils doivent être construits et enfermés de façon que soit assurée une protection suffisante contre les contacts accidentels avec des **parties actives**.

La vérification est effectuée par examen et par les essais de 8.1.1 à 8.1.3 qui sont applicables et en tenant compte de 8.1.4 et 8.1.5.

8.1.1 La prescription de 8.1 s'applique pour toutes les positions de l'appareil lorsqu'il fonctionne comme en usage normal après avoir enlevé les **parties amovibles**.

NOTE Cette prescription exclut l'emploi de fusibles à vis et de petits disjoncteurs à vis accessibles sans l'aide d'un **outil**.

*Les lampes placées derrière un **couverture amovible** ne sont pas enlevées, à condition que l'appareil puisse être isolé du réseau d'alimentation au moyen d'une prise de courant ou d'un interrupteur omnipolaire. Toutefois, lors de l'introduction ou de l'enlèvement des lampes qui sont placées derrière un **couverture amovible**, la protection contre les contacts avec les **parties actives** du culot doit être assurée.*

Le calibre d'essai B de la CEI 61032 est appliqué sans force appréciable, l'appareil étant dans toutes les positions possibles, mais les appareils utilisés normalement sur le sol et d'une masse supérieure à 40 kg ne sont pas inclinés. Le calibre d'essai est appliqué à travers les ouvertures, à toute profondeur permise par le calibre et il est tourné ou plié avant, pendant et après l'insertion à travers l'ouverture dans toute position. Si l'ouverture ne permet pas l'entrée du calibre, la force appliquée sur le calibre en position droite est portée à 20 N. Si le calibre pénètre alors dans l'ouverture, l'essai est répété, le calibre étant en position pliée.

*Il ne doit pas être possible de toucher avec le calibre des **parties actives** ou des **parties actives** protégées seulement par un vernis, de l'émail, du papier ordinaire, du coton, une pellicule d'oxyde, des perles isolantes ou de la matière de remplissage, à l'exception des résines durcissant à l'air.*

8.1.2 Le calibre d'essai 13 de la CEI 61032 est appliqué sans force appréciable dans les ouvertures des **appareils de la classe 0**, des **appareils de la classe II** et des **parties de la classe II**, autres que celles donnant accès aux culots des lampes ou aux **parties actives** dans des socles de prises de courant.

NOTE Les socles femelles de connecteurs ne sont pas considérés comme des socles prises de courant.

Le calibre d'essai est également appliqué dans les ouvertures des enveloppes métalliques reliées à la terre recouvertes d'un revêtement non-conducteur comme de l'émail ou du vernis.

*Il ne doit pas être possible de toucher des **parties actives** avec le calibre d'essai.*

8.1.3 A la place du calibre d'essai B et du calibre d'essai 13, pour les appareils autres que les **appareils de la classe II**, le calibre d'essai 41 de la CEI 61032 est appliqué sans force appréciable aux **parties actives** des **éléments chauffants lumineux** dont tous les pôles peuvent être déconnectés par une seule manœuvre. Il est également appliqué aux parties supportant de tels éléments, à condition qu'il soit évident de l'extérieur de l'appareil, sans enlever de couvercles et d'organes analogues, que ces parties sont en contact avec l'élément.

*Il ne doit pas être possible de toucher ces **parties actives**.*

NOTE Pour les appareils munis d'un **câble d'alimentation** et sans dispositif de coupure dans le circuit d'alimentation, le retrait de la fiche de prise de courant du socle de prise de courant est considéré comme une seule manœuvre.

8.1.4 Une partie accessible n'est pas considérée comme étant active si

- la partie est alimentée sous une **très basse tension de sécurité** à condition que
 - pour le courant alternatif, la valeur crête de la tension ne dépasse pas 42,4 V;
 - pour le courant continu, la tension ne dépasse pas 42,4 V;

ou

- la partie est séparée des **parties actives** par une **impédance de protection**.

Si une **impédance de protection** est utilisée, le courant entre la partie et la source d'alimentation ne doit pas dépasser 2 mA pour le courant continu et sa valeur crête ne doit pas dépasser 0,7 mA pour le courant alternatif, et

- pour les tensions ayant une valeur crête supérieure à 42,4 V et inférieure ou égale à 450 V, la capacité ne doit pas dépasser 0,1 μF ;
- pour les tensions ayant une valeur crête supérieure à 450 V et inférieure ou égale à 15 kV, la décharge ne doit pas dépasser 45 μC .

*La vérification est effectuée par des mesures, l'appareil étant alimenté sous la **tension assignée**.*

Les tensions et courants sont mesurés entre les parties correspondantes et chaque pôle de la source d'alimentation. Les décharges sont mesurées immédiatement après l'interruption de l'alimentation.

NOTE Les détails d'un circuit approprié pour la mesure du courant sont donnés à la figure 4 de la CEI 60990.

8.1.5 Les parties actives des appareils à encastrer, des appareils installés à poste fixe et des appareils livrés en plusieurs éléments doivent être protégées au minimum par une isolation principale avant l'installation ou avant l'assemblage.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai de 8.1.1.

8.2 Les appareils de la classe II et les parties de la classe II doivent être construits et enfermés de façon telle que soit assurée une protection suffisante contre les contacts accidentels avec l'isolation principale et avec les parties métalliques séparées des parties actives par une isolation principale seulement.

Il ne doit être possible de toucher que des parties qui sont séparées des **parties actives** par une **double isolation** ou par une **isolation renforcée**.

La vérification est effectuée par examen et en appliquant le calibre d'essai B de la CEI 61032, comme indiqué en 8.1.1.

NOTE 1 Cette prescription s'applique pour toutes les positions de l'appareil quand il fonctionne comme en usage normal après avoir enlevé les **parties amovibles**.

NOTE 2 Les **appareils à encastrer** et les **appareils installés à poste fixe** sont essayés après installation.

9 Démarrage des appareils à moteur

NOTE Des prescriptions et des essais sont spécifiés dans les parties 2 si nécessaire.

10 Puissance et courant

10.1 Lorsqu'un appareil porte l'indication de la **puissance assignée**, la puissance à la température normale de fonctionnement ne doit pas différer de la **puissance assignée** de plus de la valeur de la tolérance indiquée dans le tableau 1.

Tableau 1 – Tolérance sur la puissance

Type d'appareil	Puissance assignée W	Tolérance
Tous appareils	≤25	+20 %
Appareils chauffants et appareils combinés	>25 et ≤200	±10 %
	>200	+5 % ou 20 W (suivant la valeur la plus élevée) -10 %
Appareils à moteur	>25 et ≤300	+20 %
	>300	+15 % ou 60 W (suivant la valeur la plus élevée)

Pour les **appareils combinés**, la tolérance indiquée pour les **appareils à moteur** s'applique si la puissance des moteurs représente plus de 50 % de la **puissance assignée**.

NOTE 1 En cas de doute, la puissance des moteurs peut être mesurée séparément.

La vérification est effectuée par des mesures lorsque la puissance est stabilisée:

- tous les circuits qui peuvent fonctionner simultanément étant en fonctionnement;
- l'appareil étant alimenté sous la tension assignée;
- l'appareil fonctionnant dans les conditions de fonctionnement normal.

Si la puissance varie au cours du cycle de fonctionnement, la puissance est déterminée comme la valeur moyenne de la puissance absorbée pendant une période représentative.

NOTE 2 Pour les appareils portant l'indication d'une ou plusieurs **plages assignées de tensions**, l'essai est effectué à la fois aux limites supérieure et inférieure des plages, à moins que l'indication de la **puissance assignée** ne soit liée à la valeur moyenne de la plage de tensions correspondante, auquel cas l'essai est effectué à une tension égale à la valeur moyenne de cette plage.

NOTE 3 Les tolérances admissibles s'appliquent aux deux limites de la plage pour les appareils portant l'indication d'une **plage assignée de tensions** ayant des limites différant de plus de 10 % de la valeur moyenne de la plage.

10.2 Lorsqu'un appareil porte l'indication du **courant assigné**, le courant à la température normale de fonctionnement ne doit pas différer du **courant assigné** de plus de la valeur de la tolérance indiquée dans le tableau 2.

Tableau 2 – Tolérance sur le courant

Type d'appareil	Courant assigné A	Tolérance
Tous appareils	≤0,2	+20 %
Appareils chauffants et appareils combinés	>0,2 et ≤1,0	±10 %
	>1,0	+5 % ou 0,10 A (suivant la valeur la plus élevée) -10 %
Appareils à moteur	>0,2 et ≤1,5	+20 %
	>1,5	+15 % ou 0,30 A (suivant la valeur la plus élevée)

Pour les **appareils combinés**, la tolérance indiquée pour les **appareils à moteur** s'applique si le courant des moteurs représente plus de 50 % du **courant assigné**.

NOTE 1 En cas de doute, le courant des moteurs peut être mesuré séparément.

La vérification est effectuée par des mesures lorsque le courant est stabilisé:

- *tous les circuits qui peuvent fonctionner simultanément étant en fonctionnement;*
- *l'appareil étant alimenté sous la **tension assignée**;*
- *l'appareil fonctionnant dans les conditions de **fonctionnement normal**.*

Si le courant varie au cours du cycle de fonctionnement, le courant est déterminé comme la valeur moyenne du courant absorbé pendant une période représentative.

NOTE 2 Pour les appareils portant l'indication d'une ou plusieurs **plages assignées de tensions**, l'essai est effectué à la fois aux limites supérieure et inférieure des plages, à moins que l'indication du **courant assigné** ne soit liée à la valeur moyenne de la plage de tensions correspondante, auquel cas l'essai est effectué à une tension égale à la valeur moyenne de cette plage.

NOTE 3 Les tolérances admissibles s'appliquent aux deux limites de la plage pour les appareils portant l'indication d'une **plage assignée de tensions** ayant des limites différant de plus de 10 % de la valeur moyenne de la plage.

11 Echauffements

11.1 Les appareils et leur environnement ne doivent pas atteindre en usage normal des températures excessives.

La vérification est effectuée en déterminant les échauffements des différentes parties dans les conditions spécifiées en 11.2 à 11.7.

11.2 Les **appareils portatifs** sont tenus dans leur position normale d'emploi.

Les appareils comportant des broches destinées à être insérées dans des socles de prises de courant sont enfichés dans un socle de prise de courant mural approprié.

*Les **appareils à encastrer** sont encastrés selon les instructions d'installation.*

*Les autres **appareils chauffants** et les autres **appareils combinés** sont placés dans un coin d'essai comme suit:*

- *les appareils normalement placés sur le sol ou sur une table lorsqu'ils sont utilisés, sont placés sur le plancher aussi près que possible des parois;*
- *les appareils normalement fixés à un mur sont fixés sur une des parois, aussi près de l'autre paroi et du plancher ou du plafond que cela est susceptible de se produire, en tenant compte des instructions d'installation;*
- *les appareils normalement fixés à un plafond sont fixés au plafond, aussi près des parois que cela est susceptible de se produire, en tenant compte des instructions d'utilisation.*

*Les autres **appareils à moteur** sont mis en place comme suit:*

- *les appareils normalement placés sur le sol ou sur une table lorsqu'ils sont utilisés, sont placés sur un support horizontal;*
- *les appareils normalement fixés à un mur sont fixés sur un support vertical;*
- *les appareils normalement fixés à un plafond sont fixés sur la face inférieure d'un support horizontal.*

*Un contre-plaqué peint en noir mat de 20 mm d'épaisseur environ est utilisé pour le coin d'essai, les supports et l'encastrement des **appareils à encastrer**.*

Pour les appareils munis d'un enrouleur de câble automatique, le câble est déroulé d'un tiers de sa longueur totale. L'échauffement de la gaine du câble est déterminé aussi près que possible du moyeu de l'enrouleur ainsi qu'entre les deux couches extérieures du câble sur l'enrouleur.

*Pour les dispositifs de rangement du câble autres que les enrouleurs automatiques, qui sont prévus pour loger en partie le **câble d'alimentation** pendant que l'appareil est en fonctionnement, 50 cm de câble sont déroulés. L'échauffement de la partie du câble non déroulée est déterminé à l'endroit le plus défavorable.*

11.3 *Les échauffements autres que ceux des enroulements sont déterminés au moyen de thermocouples à fil fin, disposés de façon à réduire au minimum leur influence sur la température de la partie à essayer.*

NOTE 1 Des thermocouples ayant des fils d'un diamètre au plus égal à 0,3 mm sont considérés comme étant des thermocouples à fil fin.

Les thermocouples utilisés pour déterminer l'échauffement de la surface des parois, du plancher et du plafond du coin d'essai sont fixés sur la face arrière de plaquettes en cuivre ou laiton noirci, de 15 mm de diamètre et de 1 mm d'épaisseur. La surface avant des disques est de niveau avec la surface du panneau.

Autant que possible, la position de l'appareil est telle que les thermocouples décèlent les températures les plus élevées.

L'échauffement de l'isolation électrique, autre que celui des enroulements, est déterminé à la surface de l'isolation, aux endroits où un défaut pourrait provoquer

- un court-circuit;
- un contact entre des **parties actives** et des **parties métalliques accessibles**;
- un contournement de l'isolation;
- une réduction des **lignes de fuite** ou des **distances dans l'air** au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 29.

NOTE 2 S'il est nécessaire de démonter l'appareil pour placer les thermocouples, on prendra soin de vérifier que l'appareil a été remonté correctement. En cas de doute, la puissance est à nouveau mesurée après que l'appareil a été remonté.

NOTE 3 Le point de ramification des conducteurs d'un câble ainsi que l'endroit où les conducteurs entrent dans les douilles sont des exemples d'endroits où les thermocouples sont disposés.

Les échauffements des enroulements sont déterminés par la méthode de variation de résistances, sauf si les enroulements ne sont pas uniformes, ou s'il est difficile d'effectuer les connexions nécessaires, auquel cas les échauffements sont déterminés au moyen de thermocouples.

NOTE 4 L'échauffement d'un enroulement est calculé à partir de la formule:

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (k + t_1) - (t_2 - t_1)$$

où

- Δt est l'échauffement de l'enroulement;
- R_1 est la résistance au début de l'essai;
- R_2 est la résistance à la fin de l'essai;
- k est égal à 234,5 pour les enroulements en cuivre et 225 pour les enroulements en aluminium;
- t_1 est la température ambiante au début de l'essai;
- t_2 est la température ambiante à la fin de l'essai.

Au début de l'essai, les enroulements sont à la température ambiante. Il est recommandé de déterminer la résistance des enroulements à la fin de l'essai en effectuant des mesures de résistance aussitôt que possible après ouverture du circuit, puis à des intervalles rapprochés de façon à pouvoir tracer une courbe de variation de la résistance en fonction du temps pour déterminer la résistance au moment de l'ouverture du circuit.

11.4 Les **appareils chauffants** sont mis en fonctionnement dans les **conditions de fonctionnement normal** et à 1,15 fois la **puissance assignée**.

11.5 Les **appareils à moteur** sont mis en fonctionnement dans les **conditions de fonctionnement normal** et alimentés sous la tension la plus défavorable comprise entre 0,94 fois et 1,06 fois la **tension assignée**.

11.6 Les **appareils combinés** sont mis en fonctionnement dans les **conditions de fonctionnement normal** et alimentés sous la tension la plus défavorable comprise entre 0,94 fois et 1,06 fois la **tension assignée**.

11.7 L'appareil est mis en fonctionnement pour une durée correspondant aux conditions les plus défavorables de l'usage normal.

NOTE La durée de l'essai peut comprendre plusieurs cycles de fonctionnement.

11.8 Pendant l'essai, les échauffements sont relevés en permanence et ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau 3. Si l'échauffement d'un enroulement de moteur dépasse la valeur spécifiée dans le tableau 3, ou s'il y a un doute en ce qui concerne la classification de l'isolation du moteur, les essais de l'annexe C sont effectués.

Les **dispositifs de protection** ne doivent pas fonctionner et la matière de remplissage ne doit pas couler.

Tableau 3 – Echauffements normaux maximaux

Parties	Echauffements K
Enroulements ^a , si l'isolation de l'enroulement suivant la CEI 60085 est de:	
– classe A	75 (65)
– classe E	90 (80)
– classe B	95 (85)
– classe F	115
– classe H	140
– classe 200	160
– classe 220	180
– classe 250	210
Broches des socles de connecteurs:	
– pour conditions très chaudes	130
– pour conditions chaudes	95
– pour conditions froides	40
Bornes, y compris les bornes de terre, pour conducteurs externes des appareils fixes , à moins qu'ils ne soient munis d'un câble d'alimentation	60
Ambiance des interrupteurs, des thermostats et des limiteurs de température ^b :	
– non marqués T	30
– marqués T	T-25
Enveloppe isolante en caoutchouc ou en polychlorure de vinyle des conducteurs internes et externes, y compris des câbles d'alimentation :	
– sans caractéristique de température	50
– avec caractéristique de température (T)	T-25
Gaines de câble utilisées comme isolation supplémentaire	35
Contacts glissants des enrouleurs de câble	65
Points où l'isolation des conducteurs peut entrer en contact avec des parties d'une boîte à bornes ou d'un compartiment utilisé pour la connexion à une canalisation fixe, pour un appareil fixe qui n'est pas muni d'un câble d'alimentation .	50 ^c
Caoutchouc, autre que synthétique, utilisé pour des bagues d'étanchéité ou d'autres parties, dont la détérioration pourrait affecter la sécurité:	
– lorsqu'il est utilisé comme isolation supplémentaire ou comme isolation renforcée	40
– dans les autres cas	50
Douilles marquées T ^d :	
– B15 et B22 marquées T1	140
– B15 et B22 marquées T2	185
– autres douilles	T-25
Douilles non marquées T ^d :	
– E14 et B15	110
– B22, E26 et E27	140
– autres douilles et douilles de starters pour lampes fluorescentes	55

Tableau 3 (suite)

Parties	Echauffements K
Matériaux utilisés pour l'isolation autres que ceux spécifiés pour les conducteurs et les enroulements ^e	
– textile, papier ou carton imprégné ou vernis	70
– stratifiés agglomérés avec:	
. des résines mélamine-formaldéhyde ou phénol-furfural	85 (175)
. des résines à base d'urée formaldéhyde	65 (150)
– cartes de circuits imprimés collées avec de la résine époxyde	120
– matières moulées:	
. phénol-formaldéhyde à charge cellulosique	85 (175)
. phénol-formaldéhyde à charge minérale	100 (200)
. mélamine-formaldéhyde	75 (150)
. urée-formaldéhyde	65 (150)
– polyester renforcé de fibre de verre	110
– caoutchouc au silicone	145
– polytétrafluoréthylène	265
– mica pur et matériaux en céramique fortement frittés lorsque ces matériaux sont utilisés comme isolation supplémentaire ou comme isolation renforcée	400
– matières thermoplastiques ^f	–
Bois, en général ^g	65
– Supports, parois, plafond, plancher en bois du coin d'essai et meubles en bois:	
. appareils fixes susceptibles de fonctionner en permanence pendant de longues périodes	60
. autres appareils	65
Surface extérieure des condensateurs ^h	
– avec indication de la température maximale de fonctionnement (T) ⁱ	T-25
– sans indication de la température maximale de fonctionnement:	
. petits condensateurs céramiques d'antiparasitage	50
. condensateurs conformes à la CEI 60384-14	50
. autres condensateurs	20
Enveloppe extérieure des appareils à moteur , sauf les poignées qui sont tenues en usage normal	60
Surfaces des poignées, boutons, manettes et organes analogues qui, en usage normal, sont tenus de façon continue (par exemple, les fers à souder):	
– en métal	30
– en porcelaine ou matière vitrifiée	40
– en matière moulée, caoutchouc ou bois	50
Surfaces des poignées, boutons, manettes et organes analogues qui, en usage normal, ne sont tenues que pendant de courtes périodes (par exemple des interrupteurs):	
– en métal	35
– en porcelaine ou matière vitrifiée	45
– en matière moulée, caoutchouc ou bois	60
Parties en contact avec de l'huile ayant un point d'éclair de t °C	t-50

Tableau 3 (suite)

<p>NOTE 1 S'il est fait usage d'autres matières que celles mentionnées dans le tableau, elles ne sont pas soumises à des températures supérieures à leurs possibilités thermiques telles qu'elles ont été déterminées par des essais de vieillissement.</p> <p>NOTE 2 Les valeurs du tableau sont basées sur une température ambiante ne dépassant pas habituellement 25 °C, mais pouvant atteindre occasionnellement 35 °C. Toutefois, les échauffements spécifiés sont basés sur une température ambiante de 25 °C.</p> <p>NOTE 3 La limite d'échauffement prescrite pour le métal s'applique aux parties ayant un revêtement métallique d'au moins 0,1 mm d'épaisseur et aux parties métalliques ayant un revêtement plastique dont l'épaisseur est inférieure à 0,3 mm.</p> <p>NOTE 4 La température des bornes des interrupteurs est mesurée si l'interrupteur est soumis aux essais conformément à l'annexe H.</p>
<p>a <i>Pour tenir compte du fait que la température moyenne des enroulements des moteurs universels, des relais, des solénoïdes et composants analogues est généralement supérieure à la température aux points sur les enroulements où sont placés les thermocouples, les valeurs qui ne sont pas entre parenthèses sont applicables quand la méthode de la résistance est employée, et les valeurs entre parenthèses s'appliquent lorsque des thermocouples sont utilisés. Pour les enroulements de vibreurs et les moteurs à courant alternatif, les valeurs qui ne sont pas entre parenthèses s'appliquent dans les deux cas.</i></p> <p><i>Pour les moteurs qui sont construits de façon telle que la circulation d'air entre l'intérieur et l'extérieur de l'enveloppe soit empêchée, mais qui ne sont pas suffisamment fermés pour être considérés comme étanches à l'air, les limites de l'échauffement peuvent être augmentées de 5 K.</i></p> <p>b <i>T signifie la température ambiante maximale dans laquelle le composant ou sa partie interrupteur peut fonctionner.</i></p> <p><i>L'ambiance est la température de l'air au point le plus chaud à une distance de 5 mm de la surface du composant considéré. Toutefois, si un thermostat ou un limiteur de température est monté sur une partie conductrice de chaleur, la limite de température déclarée de la surface du montage (Ts) est également applicable. Par conséquent, on doit mesurer l'échauffement de la surface de montage.</i></p> <p><i>Dans le cadre de cet essai, les interrupteurs et les thermostats qui portent l'indication de leurs caractéristiques assignées individuelles peuvent être considérés comme ne portant pas l'indication de la température maximale de fonctionnement, si le fabricant de l'appareil le demande.</i></p> <p>c <i>Cette limite peut être dépassée si les instructions de 7.12.3 sont fournies.</i></p> <p>d <i>Les emplacements pour les mesures d'échauffement sont spécifiés dans le tableau 12.1 de la CEI 60598-1.</i></p> <p>e <i>Les valeurs entre parenthèses s'appliquent aux endroits où la partie est fixée sur une surface chaude.</i></p> <p>f <i>Il n'est pas fixé de limite particulière pour les matières thermoplastiques. Toutefois, les échauffements doivent être déterminés afin que les essais de 30.1 puissent être effectués.</i></p> <p>g <i>La limite spécifiée concerne la détérioration du bois et ne tient pas compte de la détérioration des finitions de surfaces.</i></p> <p>h <i>Il n'est pas fixé de limite pour l'échauffement des condensateurs qui sont court-circuités en 19.11.</i></p> <p>i <i>Le marquage de la température des condensateurs montés sur des cartes de circuits imprimés peut être fourni dans la fiche technique.</i></p>

12 Vacant

13 Courant de fuite et rigidité diélectrique à la température de régime

13.1 A la température de régime, le courant de fuite de l'appareil ne doit pas être excessif et sa rigidité diélectrique doit être appropriée.

La vérification est effectuée par les essais de 13.2 et 13.3.

*L'appareil est mis en fonctionnement dans les **conditions de fonctionnement normal** pendant le temps spécifié en 11.7.*

Les appareils chauffants sont mis en fonctionnement à 1,15 fois la puissance assignée.

Les **appareils à moteur** et les **appareils combinés** sont alimentés sous 1,06 fois la **tension assignée**.

Les appareils triphasés qui peuvent aussi, suivant les instructions d'installation, fonctionner en monophasé sont essayés comme des appareils monophasés, les trois circuits étant connectés en parallèle.

L'**impédance de protection** et les filtres d'antiparasitage sont déconnectés avant d'effectuer les essais.

13.2 Le courant de fuite est mesuré au moyen du circuit décrit à la figure 4 de la CEI 60990 entre un pôle quelconque de l'alimentation et les **parties métalliques accessibles** reliées à une feuille métallique d'une surface ne dépassant pas 20 cm × 10 cm appliquée sur les **surfaces accessibles** en matière isolante.

NOTE 1 Le voltmètre représenté à la figure 4 de la CEI 60990 est capable de mesurer la valeur efficace vraie de la tension.

Pour les appareils monophasés, le circuit de mesure est représenté sur les figures suivantes:

- **appareils de la classe II**, figure 1;
- appareils autres que les **appareils de la classe II**, figure 2.

Le courant de fuite est mesuré avec le commutateur dans chacune des positions a et b.

Pour les appareils triphasés, le circuit de mesure est représenté sur les figures suivantes:

- **appareils de la classe II**, figure 3;
- appareils autres que les **appareils de la classe II**, figure 4.

Pour les appareils triphasés, le courant de fuite est mesuré avec les interrupteurs a, b et c en position de fermeture. Les mesures sont alors répétées, chacun des interrupteurs a, b et c étant ouvert successivement, les deux autres interrupteurs restant fermés. Pour les appareils destinés à être couplés uniquement en étoile, le conducteur neutre n'est pas raccordé.

Après que l'appareil a fonctionné pendant une durée telle que spécifiée en 11.7, le courant de fuite ne doit pas dépasser les valeurs suivantes:

- | | |
|--|--|
| - pour les appareils de la classe II | 0,25 mA |
| - pour les appareils de la classe 0 , les appareils de la classe 0I et les appareils de la classe III | 0,5 mA |
| - pour les appareils mobiles de la classe I | 0,75 mA |
| - pour les appareils fixes à moteur de la classe I | 3,5 mA |
| - pour les appareils fixes chauffants de la classe I | 0,75 mA, ou 0,75 mA par kW de puissance assignée , avec un maximum de 5 mA, suivant la valeur la plus élevée, |

Pour les **appareils combinés**, le courant de fuite total peut être à l'intérieur des limites spécifiées pour les **appareils chauffants** ou les **appareils à moteur**, suivant la valeur la plus élevée, mais les deux limites ne sont pas additionnées.

Si l'appareil comporte un ou plusieurs condensateurs et est pourvu d'un interrupteur unipolaire, les mesures sont répétées, l'interrupteur étant dans la **position arrêt**.

Si l'appareil comporte un dispositif de commande thermique qui fonctionne pendant l'essai de l'article 11, le courant de fuite est mesuré immédiatement avant que le dispositif de commande ouvre le circuit.

NOTE 2 L'essai avec l'interrupteur dans la **position arrêt** est effectué pour vérifier que les condensateurs connectés en amont d'un interrupteur unipolaire ne donnent pas naissance à un courant de fuite excessif.

NOTE 3 Il est recommandé d'alimenter l'appareil par l'intermédiaire d'un transformateur de séparation des circuits; sinon il sera isolé de la terre.

NOTE 4 La feuille métallique couvre la plus grande surface possible sur la surface en essai, sans excéder les dimensions spécifiées. Si sa surface est plus petite que la surface à essayer, elle est déplacée de façon que toutes les parties de la surface soient essayées.

Il convient que la dissipation de la chaleur de l'appareil ne soit pas affectée par la feuille métallique.

13.3 L'isolation est soumise pendant 1 min à une tension pratiquement sinusoïdale de fréquence 50 Hz ou 60 Hz. Pour les appareils monophasés, les connexions sont représentées sur la figure 5. Les moteurs et les appareils triphasés sont essayés immédiatement après que l'appareil a été déconnecté de l'alimentation.

La tension d'essai est appliquée entre les **parties actives** et les **parties accessibles**, les parties non métalliques étant recouvertes d'une feuille métallique. Pour les **parties de la classe II** dont les **parties actives** sont séparées des **parties accessibles** par du métal, la tension est appliquée à travers l'**isolation principale** et l'**isolation supplémentaire**.

NOTE 1 Des précautions seront prises afin de ne pas imposer de trop fortes contraintes aux composants des circuits électroniques.

Les valeurs des tensions d'essai sont spécifiées dans le tableau 4.

Tableau 4 – Tension pour l'essai de rigidité diélectrique

Isolation	Tension d'essai V			
	Tension assignée ^a			Tension de service (U)
	TBTS	≤150 V	>150 V et ≤250 V	>250 V
Isolation principale	500	1 000	1 000	1,2 U + 700
Isolation supplémentaire		1 000	1 750	1,2 U + 1 450
Isolation renforcée		2 000	3 000	2,4 U + 2 400

^a Pour les appareils polyphasés, la tension entre phase et neutre ou entre phase et terre est utilisée comme **tension assignée**. La tension d'essai pour les appareils polyphasés 480 V est celle spécifiée pour une **tension assignée** dans la plage >150 V et ≤250 V.

Au début de l'essai, la tension appliquée ne dépasse pas la moitié de la valeur prescrite, puis elle est amenée progressivement à la pleine valeur.

Au cours de l'essai, il ne doit se produire aucun claquage.

NOTE 2 Des effluves ne coïncidant pas avec une chute de tension ne sont pas retenus.

NOTE 3 Il faut que la source à haute tension utilisée pour l'essai soit capable de fournir un courant de court-circuit I_s entre les bornes de sortie après que la tension de sortie a été réglée à la tension d'essai appropriée. Il ne faut pas que les relais à maximum de courant du circuit fonctionnent pour tout courant inférieur au courant de cheminement I_r . Le voltmètre utilisé pour mesurer la valeur efficace de la tension d'essai sera au moins de la classe 2.5 selon la CEI 60051-2. Les valeurs de I_s et I_r sont indiquées dans le tableau 5 pour diverses sources à haute tension.

Tableau 5 – Caractéristiques des sources à haute tension

Tension d'essai ^a V	Courant minimal mA	
	<i>I_s</i>	<i>I_r</i>
<4 000	200	100
≥4 000 et <10 000	80	40
≥10 000 et ≤20 000	40	20

NOTE Les courants sont calculés sur la base du court-circuit et libèrent des énergies de 800 VA et 400 VA respectivement à l'extrémité la plus élevée des plages de tensions.

^a L'approximation de la mesure de la tension d'essai ne doit pas excéder ±3 % de la tension mesurée pour un courant de fuite jusqu'à 50 % de *I_r*.

14 Surtensions transitoires

Les appareils doivent résister aux surtensions transitoires auxquelles ils peuvent être soumis.

La vérification est effectuée en soumettant toute **distance dans l'air** ayant une valeur inférieure à celles spécifiées dans le tableau 16 à un essai de tension de choc.

La tension d'essai de choc a une forme d'onde à vide correspondant à l'onde de choc normalisée de 1,2/50 µs spécifiée dans la CEI 61180-1. Elle est fournie par un générateur dont l'impédance virtuelle est de 12 Ω. La tension d'essai de choc est appliquée trois fois pour chaque polarité avec des intervalles d'au moins 1 s.

NOTE 1 Le générateur est spécifié dans la CEI 61180-2.

La tension d'essai de choc est spécifiée dans le tableau 6 pour les **tensions assignées de tenue aux chocs** données dans le tableau 15.

Tableau 6 – Tension d'essai de choc

Tension de choc assignée V	Tension d'essai de choc V
330	400
500	600
800	960
1 500	1 800
2 500	3 000
4 000	4 800
6 000	7 200
8 000	9 600
10 000	12 000

Il ne doit pas y avoir de contournement. Cependant, un contournement de l'**isolation fonctionnelle** est autorisé si l'appareil est conforme à l'article 19 lorsque la **distance dans l'air** est court-circuitée.

NOTE 2 Les tensions d'essai de choc ont été calculées pour des **distances dans l'air** comprises entre 1 mm et 10 mm et pour des emplacements situés à 200 m au-dessus du niveau de la mer. On considère qu'elles sont appropriées pour tout emplacement situé entre le niveau de la mer et 500 m. Si les essais sont effectués dans d'autres endroits, il convient d'utiliser d'autres facteurs de correction comme indiqué au paragraphe 4.1.1.2.1.2 de la CEI 60664-1.

NOTE 3 Les détails d'un essai pour des appareils complets sont à l'étude.

15 Résistance à l'humidité

15.1 L'enveloppe de l'appareil doit assurer le degré de protection contre l'humidité correspondant à la classification de l'appareil.

La vérification est effectuée comme spécifié en 15.1.1, en tenant compte de 15.1.2, l'appareil n'étant pas raccordé au réseau d'alimentation.

*L'appareil doit alors satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de 16.3 et l'examen doit montrer qu'il n'y a pas sur l'isolation de traces d'eau susceptibles d'entraîner une réduction des **lignes de fuite** et **distances dans l'air** au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 29.*

NOTE Avant examen, l'enveloppe externe de l'appareil est séchée pour éliminer toute trace d'eau. Des précautions seront prises lors du démontage afin d'éviter tout déplacement d'eau à l'intérieur de l'appareil.

15.1.1 *Les appareils autres que IPX0 sont soumis aux essais de la CEI 60529 comme suit:*

- *les appareils IPX1 suivant le paragraphe 14.2.1;*
- *les appareils IPX2 suivant le paragraphe 14.2.2;*
- *les appareils IPX3 suivant le paragraphe 14.2.3a;*
- *les appareils IPX4 suivant le paragraphe 14.2.4a;*
- *les appareils IPX5 suivant le paragraphe 14.2.5;*
- *les appareils IPX6 suivant le paragraphe 14.2.6;*
- *les appareils IPX7 suivant le paragraphe 14.2.7. Pour cet essai, l'appareil est immergé dans de l'eau contenant environ 1 % de NaCl.*

NOTE La pomme d'arrosage portable peut être utilisée pour les essais des appareils qui ne peuvent pas être placés sous le tube oscillant spécifié dans la CEI 60529.

15.1.2 *Les **appareils portatifs** sont tournés continuellement pendant l'essai dans les positions les plus défavorables.*

*Les **appareils à encastrer** sont encastrés selon les instructions.*

Les appareils normalement utilisés sur le sol ou sur une table sont placés sur un support horizontal sans perforation, d'un diamètre égal à deux fois le rayon du tube oscillant moins 15 cm.

Les appareils normalement fixés à un mur et les appareils munis de broches destinées à être introduites dans les socles de prises de courant sont fixés en position normale d'utilisation au centre d'un panneau de bois dont les dimensions sont supérieures de 15 cm ± 5 cm à celles de la projection orthogonale de l'appareil sur le panneau. Le panneau de bois est placé au centre du tube oscillant.

Pour les appareils IPX3, la base des appareils fixés au mur est placée au même niveau que l'axe d'oscillation du tube.

Pour les appareils IPX4, l'axe horizontal central de l'appareil est aligné sur l'axe d'oscillation du tube. Toutefois, pour les appareils utilisés normalement sur le sol ou sur une table, le mouvement est limité à deux fois 90° par rapport à la verticale, pendant une période de 5 min, le support étant placé au niveau de l'axe d'oscillation du tube.

Si les instructions pour les appareils fixés au mur indiquent que l'appareil doit être placé à proximité du niveau du sol et précisent une distance, un panneau est placé sous l'appareil à cette distance. Les dimensions du panneau sont de 15 cm supérieures à celles de la projection horizontale de l'appareil.

*Les appareils munis d'une **fixation du type X** autre que celle avec un câble spécialement préparé sont équipés d'un câble souple du type le plus léger admis, de la section la plus petite spécifiée dans le tableau 13.*

*Les **parties amovibles** sont enlevées et soumises, si nécessaire, à l'épreuve correspondante avec la partie principale. Toutefois, si les instructions indiquent qu'une partie doit être enlevée pour **l'entretien par l'utilisateur** et qu'un **outil** est nécessaire, cette partie n'est pas enlevée.*

15.2 Les appareils qui sont exposés en usage normal au débordement de liquides doivent être construits de façon que leur isolation électrique n'en soit pas affectée.

La vérification est effectuée par l'essai suivant.

*Les appareils munis d'une **fixation du type X** autre que celle avec un câble spécialement préparé sont équipés d'un câble souple du type le plus léger admis, de la section la plus petite spécifiée dans le tableau 13.*

Les appareils pourvus d'un socle de connecteur sont essayés munis ou non d'une prise mobile de connecteur suivant la condition la plus défavorable.

*Les **parties amovibles** sont enlevées.*

Le récipient de l'appareil est complètement rempli d'eau, contenant environ 1 % de NaCl, et une quantité d'eau supplémentaire, égale à 15 % de la capacité du récipient ou à 0,25 l, selon la quantité la plus importante, est versée régulièrement en 1 min.

*L'appareil doit alors satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de 16.3 et l'examen doit montrer qu'il n'y a pas sur l'isolation de traces d'eau susceptibles d'entraîner une réduction des **distances dans l'air et lignes de fuite** au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 29.*

15.3 Les appareils doivent résister aux conditions d'humidité susceptibles de se produire en usage normal.

La vérification est effectuée par l'essai suivant.

Les appareils qui ont été soumis aux essais de 15.1 et 15.2 sont placés pendant 24 h dans les conditions ambiantes normales.

*Les entrées éventuelles de conducteurs sont laissées ouvertes. Si des entrées défonçables sont prévues, l'une d'elles est défoncée. Les **parties amovibles** sont enlevées et soumises, si nécessaire, à l'épreuve hygroscopique avec la partie principale.*

L'épreuve hygroscopique est effectuée pendant 48 h dans une enceinte humide contenant de l'air avec une humidité relative de (93 ± 3) %. La température de l'air est maintenue, à 1 K

près, à une valeur quelconque appropriée t , comprise entre 20 °C et 30 °C. Avant d'être placé dans l'enceinte humide, l'appareil est porté à une température de t_0^{+4} °C.

NOTE 1 Pour porter l'appareil à la température spécifiée, il convient, dans la plupart des cas, de le laisser séjourner à cette température pendant 4 h au moins avant l'épreuve hygroskopique.

NOTE 2 Une humidité relative de (93 ± 3) % peut être obtenue en plaçant dans l'enceinte humide une solution saturée dans l'eau de Na_2SO_4 ou de KNO_3 , le récipient ayant une surface de contact avec l'air suffisamment étendue.

NOTE 3 Les conditions spécifiées peuvent être obtenues en assurant un brassage constant de l'air à l'intérieur d'une enceinte thermiquement isolée.

L'appareil doit alors satisfaire aux essais de l'article 16 dans l'enceinte humide ou dans la pièce dans laquelle l'appareil a été porté à la température prescrite après réassemblage des parties qui peuvent avoir été enlevées.

16 Courant de fuite et rigidité diélectrique

16.1 Le courant de fuite de l'appareil ne doit pas être excessif et sa rigidité diélectrique doit être appropriée.

La vérification est effectuée par les essais de 16.2 et 16.3.

L'**impédance de protection** est déconnectée des **parties actives** avant d'effectuer les essais.

Les essais sont effectués sur l'appareil à la température de la salle d'essai et non raccordé au réseau d'alimentation.

16.2 Une tension d'essai en courant alternatif est appliquée entre les **parties actives** et les **parties métalliques accessibles** qui sont reliées à une feuille métallique d'une surface ne dépassant pas 20 cm × 10 cm appliquée sur les **surfaces accessibles** en matière isolante.

La tension d'essai est:

- 1,06 fois la **tension assignée**, pour les appareils monophasés;
- 1,06 fois la **tension assignée** divisée par $\sqrt{3}$, pour les appareils triphasés.

Le courant de fuite est mesuré dans les 5 s après l'application de la tension d'essai.

Le courant de fuite ne doit pas dépasser les valeurs suivantes:

- pour les **appareils de la classe II** 0,25 mA
- pour les **appareils de la classe 0**, les **appareils de la classe 0I** et les **appareils de la classe III** 0,5 mA
- pour les **appareils mobiles de la classe I** 0,75 mA
- pour les **appareils fixes à moteur de la classe I** 3,5 mA
- pour les **appareils fixes chauffants de la classe I** 0,75 mA, ou 0,75 mA par kW de **puissance assignée** avec un maximum de 5 mA, suivant la valeur la plus élevée

Les valeurs spécifiées ci-dessus sont doublées si tous les dispositifs de commande ont une **position arrêt omnipolaire**. Elles sont également doublées si

- l'appareil ne comporte pas de dispositifs de commande autres qu'un **coupe-circuit thermique**, ou
- tous les **thermostats, limiteurs de température** et régulateurs d'énergie n'ont pas de **position arrêt**, ou
- l'appareil comporte des filtres d'antiparasitage. Dans ce cas, le courant de fuite lorsque le filtre est déconnecté doit être inférieur aux limites indiquées.

Pour les **appareils combinés**, le courant de fuite total peut être à l'intérieur des limites spécifiées pour les **appareils chauffants** ou les **appareils à moteur**, suivant la valeur la plus élevée, mais les deux limites ne sont pas additionnées.

16.3 Immédiatement après l'essai de 16.2, l'isolation est soumise, pendant 1 min, à une tension pratiquement sinusoïdale, de fréquence 50 Hz ou 60 Hz. Les valeurs de la tension d'essai pour les différents types d'isolation sont indiquées dans le tableau 7.

Les **parties accessibles** en matière isolante sont recouvertes d'une feuille métallique.

NOTE 1 On prend soin d'appliquer la feuille métallique de façon qu'il ne se produise aucun contournement sur les bords de l'isolation.

Tableau 7 – Tensions d'essai

Isolation	Tension d'essai V			
	Tension assignée ^a			Tension de service (U)
	TBTS	≤150 V	>150 V et ≤250 V	>250 V
Isolation principale	500	1 000	1 250	1,2 U + 950
Isolation supplémentaire	–	1 500	1 750	1,2 U + 1 450
Isolation renforcée	–	2 500	3 000	2,4 U + 2 400

Pour les appareils polyphasés, la tension entre phase et neutre ou entre phase et terre est utilisée comme **tension assignée**. La tension d'essai pour les appareils polyphasés 480 V est celle spécifiée pour une **tension assignée** dans la plage >150 V et ≤250 V.

Une tension d'essai est appliquée entre les **parties métalliques accessibles** et le **câble d'alimentation** entouré d'une feuille métallique à l'endroit où il se trouve dans une entrée de câble, un protecteur de câble ou un dispositif d'arrêt de traction, toute vis de fixation étant serrée aux deux tiers du couple spécifié dans le tableau 14. La tension d'essai est 1 250 V pour les **appareils de la classe 0** et les **appareils de la classe I**, et 1 750 V pour les **appareils de la classe II**.

NOTE 2 La source de haute tension utilisée pour l'essai est décrite dans la note 3 de 13.3.

NOTE 3 Pour les **parties de la classe II** comportant à la fois une **isolation renforcée** et une **double isolation**, on prend soin que la tension appliquée à l'**isolation renforcée** ne produise pas de contraintes trop élevées sur l'**isolation principale** ou sur l'**isolation supplémentaire**.

NOTE 4 Lorsque l'**isolation principale** et l'**isolation supplémentaire** ne peuvent être essayées séparément, l'isolation est essayée aux tensions d'essais spécifiées pour l'**isolation renforcée**.

NOTE 5 Lors de l'essai des revêtements isolants, la feuille métallique peut être appuyée contre l'isolation au moyen d'un sac de sable tel que la pression soit d'environ 5 kPa. L'essai peut être limité aux endroits où l'isolation est présumée faible, par exemple aux endroits où des arêtes vives métalliques se trouvent sous l'isolation.

NOTE 6 Si possible, les revêtements isolants sont essayés séparément.

NOTE 7 Des précautions sont prises afin de ne pas imposer de trop fortes contraintes aux composants des **circuits électroniques**.

Au début de l'essai, la tension appliquée ne dépasse pas la moitié de la valeur prescrite, puis elle est amenée progressivement à la pleine valeur.

Au cours de l'essai, il ne doit se produire aucun claquage.

17 Protection contre la surcharge des transformateurs et des circuits associés

Les appareils comportant des circuits alimentés à partir d'un transformateur doivent être construits de façon telle que des températures excessives ne soient pas atteintes dans le transformateur ou dans les circuits associés, dans le cas de courts-circuits susceptibles de se produire en usage normal.

NOTE 1 A titre d'exemples, on peut citer les courts-circuits entre conducteurs nus ou mal isolés dans les **circuits accessibles** fonctionnant à **très basse tension de sécurité**.

NOTE 2 Un défaut de l'**isolation principale** n'est pas considéré comme susceptible de se produire en usage normal.

*La vérification est effectuée en appliquant le court-circuit ou la surcharge la plus défavorable susceptible de se produire en usage normal, l'appareil étant alimenté sous 1,06 fois ou 0,94 fois la **tension assignée**, suivant la valeur la plus défavorable.*

*L'échauffement de l'isolation des conducteurs des circuits à **très basse tension de sécurité** ne doit pas dépasser la valeur correspondante, spécifiée dans le tableau 3, de plus de 15 K.*

La température des enroulements ne doit pas dépasser la valeur spécifiée dans le tableau 8. Toutefois, ces limites ne s'appliquent pas aux transformateurs non dangereux en cas de défaillance conformes au paragraphe 15.5 de la CEI 61558-1.

18 Endurance

NOTE Des prescriptions et des essais sont spécifiés dans les parties 2 si nécessaire.

19 Fonctionnement anormal

19.1 Les appareils doivent être construits de façon que les risques d'incendie, de détérioration mécanique affectant la sécurité ou la protection contre les chocs électriques, dus à un fonctionnement anormal ou négligent, soient évités autant que possible.

Les **circuits électroniques** doivent être conçus et mis en œuvre de sorte qu'aucune condition de défaut ne rende l'appareil non sûr en ce qui concerne les chocs électriques, les risques d'incendie, les dangers mécaniques ou un mauvais fonctionnement dangereux.

*Les appareils comportant des éléments chauffants sont soumis aux essais de 19.2 et 19.3. De plus, si ces appareils sont munis d'un dispositif de commande qui limite la température pendant l'essai de l'article 11, ils sont soumis aux essais de 19.4 et à l'essai de 19.5 lorsqu'il est applicable. Les appareils comportant des **éléments chauffants CTP** sont également soumis à l'essai de 19.6.*

Les appareils comportant des moteurs sont soumis aux essais de 19.7 à 19.10 pour autant qu'ils soient applicables.

*Les appareils comportant des **circuits électroniques** sont également soumis aux essais de 19.11 et 19.12 pour autant qu'ils soient applicables.*

*Sauf spécification contraire, les essais sont poursuivis jusqu'à ce qu'un **coupe-circuit thermique sans réarmement automatique** fonctionne ou jusqu'à établissement des conditions de régime. Si la rupture d'un élément chauffant ou d'une partie intentionnellement faible ouvre le circuit d'une façon définitive, l'essai correspondant est répété sur un second échantillon. Ce deuxième essai doit être terminé de la même façon à moins que l'essai ait été satisfait d'une autre manière.*

NOTE 1 Une partie intentionnellement faible est une partie prévue pour céder dans des conditions de fonctionnement anormal, de manière à empêcher l'apparition d'une situation qui pourrait compromettre la conformité à la présente norme. Une telle partie peut être un composant remplaçable, tel qu'une résistance ou un condensateur, ou une partie d'un composant à remplacer, tel qu'un **protecteur thermique** inaccessible incorporé dans un moteur.

NOTE 2 Des fusibles, des **coupe-circuit thermiques**, des relais à maximum de courant ou dispositifs analogues incorporés à l'appareil, peuvent être utilisés pour constituer la protection nécessaire. Le **dispositif de protection** de la canalisation fixe n'assure pas la protection nécessaire.

Sauf spécification contraire, une seule condition anormale est simulée à la fois.

NOTE 3 Si plusieurs essais sont applicables au même appareil, ces essais sont effectués successivement après que l'appareil s'est refroidi jusqu'à la température ambiante.

NOTE 4 Pour les **appareils combinés**, les essais sont effectués avec les moteurs et les éléments chauffants fonctionnant simultanément dans les **conditions de fonctionnement normal**, les essais appropriés étant effectués un à la fois sur chaque moteur et sur chaque élément chauffant.

NOTE 5 Lorsqu'il est indiqué qu'un dispositif de commande est court-circuité, il peut être rendu inopérant.

Sauf spécification contraire, l'appréciation des résultats des essais de cet article est effectuée comme spécifié en 19.13.

19.2 *Les appareils comportant des éléments chauffants sont essayés dans les conditions spécifiées à l'article 11 mais avec un dégagement de chaleur réduit. La tension d'alimentation, déterminée avant l'essai, est celle nécessaire pour fournir une puissance de 0,85 fois la **puissance assignée** dans les **conditions de fonctionnement normal** lorsque la puissance est stabilisée. Cette tension est maintenue durant tout l'essai.*

19.3 *L'essai de 19.2 est répété mais sous une tension d'alimentation déterminée avant l'essai, égale à celle nécessaire pour fournir une puissance de 1,24 fois la **puissance assignée** dans les **conditions de fonctionnement normal** lorsque la puissance est stabilisée. Cette tension est maintenue durant tout l'essai.*

19.4 *L'appareil est essayé dans les conditions spécifiées à l'article 11. Tout dispositif de commande qui limite la température pendant l'essai de l'article 11 est court-circuité.*

NOTE Si l'appareil est muni de plusieurs dispositifs de commande, ces derniers sont court-circuités successivement.

19.5 *L'essai de 19.4 est répété sur les **appareils de la classe 0I** et les **appareils de la classe I** comportant des éléments chauffants tubulaires blindés ou enrobés. Toutefois, les dispositifs de commande ne sont pas court-circuités mais l'une des extrémités de l'élément est reliée à la gaine de l'élément chauffant.*

L'essai est alors répété en inversant la polarité de l'alimentation de l'appareil et avec l'autre extrémité de l'élément reliée à la gaine.

*L'essai n'est pas effectué sur les appareils prévus pour être raccordés de façon permanente aux canalisations fixes ni aux appareils pour lesquels une **coupure omnipolaire** se produit lors de l'essai de 19.4.*

NOTE 1 Les appareils comportant un neutre sont essayés le neutre étant relié à la gaine.

NOTE 2 Pour les éléments chauffants enrobés, l'enveloppe métallique est considérée comme étant la gaine.

19.6 *Les appareils comportant des **éléments chauffants CTP** sont alimentés sous la **tension assignée** jusqu'à ce que les conditions de régime en ce qui concerne la puissance et la température soient établies.*

*La **tension de service** de l'élément chauffant **CTP** est augmentée de 5 % et l'appareil est mis en fonctionnement jusqu'à nouvel établissement des conditions de régime. La tension est alors augmentée par paliers similaires jusqu'à atteindre 1,5 fois la **tension de service** ou jusqu'à rupture de l'élément chauffant **CTP**, selon ce qui intervient le plus rapidement.*

19.7 L'appareil est mis en fonctionnement dans les conditions de blocage

- en bloquant le rotor si le couple de démarrage du rotor bloqué est inférieur au couple à pleine charge;
- en bloquant les parties mobiles des autres appareils.

NOTE 1 Si un appareil a plus d'un moteur, l'essai est effectué pour chaque moteur séparément.

NOTE 2 D'autres essais sont indiqués à l'annexe D pour les moteurs protégés.

Les appareils comportant des moteurs et ayant des condensateurs dans le circuit d'un enroulement auxiliaire sont mis en fonctionnement avec le rotor bloqué, les condensateurs étant déconnectés un à la fois. L'essai est répété avec les condensateurs court-circuités un à la fois, à moins qu'ils ne soient de la classe P2 conformément à la CEI 60252.

NOTE 3 Cet essai est effectué à rotor bloqué parce que certains moteurs peuvent démarrer de cette manière, provoquant ainsi des résultats divers.

Pour chacun de ces essais, les appareils munis d'une minuterie ou d'un programmeur sont alimentés sous la **tension assignée** pendant une période égale à la période maximale admise par la minuterie ou le programmeur.

Les autres appareils sont alimentés sous la **tension assignée**, pendant une période de

- 30 s pour
 - les **appareils portatifs**,
 - les appareils dont l'interrupteur doit être maintenu sous tension à la main ou au pied,
 - les appareils qui sont chargés de façon continue à la main,
- 5 min pour les autres appareils fonctionnant sous surveillance;
- aussi longtemps que nécessaire pour établir les conditions de régime pour les autres appareils.

NOTE 4 Les appareils qui sont essayés pendant 5 min sont indiqués dans la partie 2 correspondante.

Pendant l'essai, la température des enroulements ne doit pas dépasser les valeurs correspondantes spécifiées dans le tableau 8.

Tableau 8 – Température maximale des enroulements

Type d'appareil	Température °C							
	Classe A	Classe E	Classe B	Classe F	Classe H	Classe 200	Classe 220	Classe 250
Appareils autres que ceux fonctionnant jusqu'à ce que les conditions de régime soient établies	200	215	225	240	260	280	300	330
Appareils fonctionnant jusqu'à ce que les conditions de régime soient établies								
– protégés par leur impédance	150	165	175	190	210	230	250	280
– protégés par un dispositif de protection								
• pendant la première heure, valeur maximale	200	215	225	240	260	280	300	330
• après la première heure, valeur maximale	175	190	200	215	235	255	275	305
• après la première heure, moyenne arithmétique	150	165	175	190	210	230	250	280

19.8 L'une des phases des appareils comportant des moteurs triphasés est déconnectée. L'appareil est alors mis en fonctionnement sous la **tension assignée** dans les **conditions de fonctionnement normal** pendant la période spécifiée en 19.7.

19.9 Un essai de fonctionnement en surcharge est effectué sur les appareils comportant des moteurs qui sont soit prévus pour être commandés automatiquement ou à distance, soit susceptibles d'être mis en fonctionnement de façon continue.

L'appareil est mis dans les **conditions de fonctionnement normal**, alimenté sous la **tension assignée**, jusqu'à établissement des conditions de régime. La charge est ensuite augmentée de façon à accroître de 10 % le courant traversant les enroulements du moteur et l'appareil est de nouveau mis en fonctionnement jusqu'à établissement des conditions de régime, la tension d'alimentation étant maintenue à sa valeur initiale. La charge est de nouveau augmentée et l'essai est répété jusqu'à ce que le **dispositif de protection** fonctionne ou que le moteur cale.

Pendant l'essai, la température des enroulements ne doit pas dépasser

- 140 °C pour les enroulements ayant une isolation de la classe A;
- 155 °C pour les enroulements ayant une isolation de la classe E;
- 165 °C pour les enroulements ayant une isolation de la classe B;
- 180 °C pour les enroulements ayant une isolation de la classe F;
- 200 °C pour les enroulements ayant une isolation de la classe H;
- 220 °C pour les enroulements ayant une isolation de la classe 200;
- 240 °C pour les enroulements ayant une isolation de la classe 220;
- 270 °C pour les enroulements ayant une isolation de la classe 250.

NOTE 1 Si l'on ne peut pas faire varier la charge par échelons appropriés dans l'appareil, le moteur est enlevé de l'appareil et il est essayé séparément.

NOTE 2 D'autres essais sont indiqués à l'annexe D pour les moteurs protégés.

19.10 Les appareils comportant des moteurs série sont mis en fonctionnement pendant 1 min avec la charge la plus faible possible et sous 1,3 fois la **tension assignée**.

Pendant l'essai, des parties ne doivent pas être projetées hors de l'appareil.

19.11 Les **circuits électroniques** sont vérifiés en évaluant les conditions de défaut spécifiées en 19.11.2 pour tous les circuits ou parties de circuits, à moins qu'ils ne satisfassent aux conditions spécifiées en 19.11.1.

NOTE 1 En général, l'examen de l'appareil et du schéma de son circuit révélera les conditions de défaut qui doivent être simulées, de sorte que les essais peuvent être limités aux cas dont on peut attendre qu'ils donnent les résultats les plus défavorables.

Si l'appareil comporte un circuit électronique de protection, les essais spécifiés en 19.11.3 sont effectués.

Si la sécurité de l'appareil sous une condition de défaut quelconque dépend du fonctionnement d'un fusible miniature conforme à la CEI 60127, l'essai de 19.12 est effectué.

Pendant et après chaque essai, la température des enroulements ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées dans le tableau 8. Toutefois, ces limites ne s'appliquent pas aux transformateurs non dangereux en cas de défaillance conformes au paragraphe 15.5 de la CEI 61558-1. L'appareil doit satisfaire aux conditions de 19.13. Aucun courant circulant dans l'**impédance de protection** ne doit dépasser les limites spécifiées en 8.1.4.

NOTE 2 A moins qu'il ne soit nécessaire de remplacer les composants après l'un des essais, l'essai de rigidité diélectrique exigé par le 19.13 peut n'être effectué qu'après le dernier essai sur le **circuit électronique**.

Si un conducteur d'une carte de circuit imprimé s'ouvre, l'appareil est considéré comme ayant satisfait à l'essai particulier, sous réserve que les trois conditions suivantes soient toutes satisfaites

- *le matériau de base de la carte de circuit imprimé satisfait à l'essai de l'annexe E;*
- *aucun conducteur desserré ne réduit les **distances dans l'air** ou les **lignes de fuite** entre **parties actives** et **parties métalliques accessibles** au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 29;*
- *l'appareil satisfait aux essais de 19.11.2, avec le conducteur interrompu ponté.*

19.11.1 *Les conditions de défaut a) à f) spécifiées en 19.11.2 ne sont pas appliquées aux circuits ou parties de circuits pour lesquels les deux conditions suivantes sont satisfaites*

- *le **circuit électronique** est un circuit à basse puissance comme décrit ci-dessous;*
- *la protection contre les chocs électriques, les risques d'incendie, les dangers mécaniques ou un mauvais fonctionnement dangereux d'autres parties de l'appareil, ne dépend pas du fonctionnement correct du **circuit électronique**.*

Un exemple de circuit à basse puissance est représenté à la figure 6.

*L'appareil est alimenté sous la **tension assignée** et une résistance variable, réglée à sa valeur maximale, est raccordée entre le point à étudier et le pôle opposé de la source d'alimentation. La résistance est alors diminuée jusqu'à ce que la puissance consommée par la résistance atteigne un maximum. Les points les plus proches de la source d'alimentation, où la puissance maximale fournie à cette résistance n'excède pas 15 W après 5 s, sont appelés points à basse puissance. La partie du circuit à partir de ce point et en s'éloignant de la source d'alimentation, est considérée comme étant un circuit à basse puissance.*

NOTE 1 Les mesures sont effectuées à partir d'un seul pôle de la source d'alimentation, de préférence celui qui donne le plus petit nombre de points à basse puissance.

NOTE 2 Lors de la détermination des points à basse puissance, il est recommandé de commencer par les points les plus proches de la source d'alimentation.

NOTE 3 La puissance consommée par la résistance variable est mesurée au moyen d'un wattmètre.

19.11.2 *Les conditions de défaut suivantes sont considérées et, si nécessaire, appliquées une à la fois, tout défaut qui en est la conséquence étant pris en considération.*

- a) *court-circuit de l'**isolation fonctionnelle** si les **distances dans l'air** ou les **lignes de fuite** sont inférieures aux valeurs spécifiées à l'article 29;*
- b) *ouverture du circuit aux bornes des composants;*
- c) *court-circuit des condensateurs, à moins qu'ils ne satisfassent à la CEI 60384-14;*
- d) *court-circuit entre les deux bornes des **composants électroniques** autres que les circuits intégrés. Cette condition de défaut n'est pas appliquée entre les deux circuits d'un photocoupleur;*
- e) *défaillance des triacs en mode diode;*
- f) *défaillance d'un circuit intégré. Dans ce cas, les situations dangereuses possibles de l'appareil peuvent être évaluées pour s'assurer que la sécurité ne dépend pas du fonctionnement correct d'un tel composant. Tous les signaux de sortie possibles sont considérés dans les conditions de défaut interne du circuit intégré. S'il peut être montré qu'un signal de sortie particulier n'est pas susceptible de se produire, le défaut correspondant n'est pas considéré.*

NOTE 1 Les composants tels que les thyristors et les triacs ne sont pas soumis à la condition de défaut f).

NOTE 2 Les microprocesseurs sont essayés comme des circuits intégrés.

La condition de défaut f) est appliquée aux composants encapsulés et analogues si le circuit ne peut être évalué par d'autres méthodes.

Les résistances à coefficient de température positif ne sont pas court-circuitées si elles sont utilisées suivant les spécifications du fabricant. Toutefois, les thermistances CTP-S sont court-circuitées sauf si elles sont conformes à la CEI 60738-1.

De plus, chaque circuit à basse puissance est court-circuité en connectant le point à basse puissance au pôle de la source d'alimentation à partir duquel les mesures ont été effectuées.

Pour simuler les conditions de défaut, l'appareil est mis en fonctionnement dans les conditions spécifiées à l'article 11 mais alimenté sous la **tension assignée**.

Lorsque l'une des conditions de défaut est simulée, la durée de l'essai est

- telle que spécifiée en 11.7, mais pendant un cycle de fonctionnement seulement et uniquement si le défaut ne peut pas être détecté par l'utilisateur, par exemple, un changement de température;
- telle que spécifiée en 19.7, si le défaut peut être détecté par l'utilisateur, par exemple, lorsque le moteur d'une machine de cuisine s'arrête;
- jusqu'à établissement des conditions de régime, pour les circuits raccordés de façon continue au réseau d'alimentation, par exemple, les circuits de veille.

Dans chaque cas, l'essai est terminé si une interruption de l'alimentation se produit dans l'appareil.

19.11.3 Si l'appareil comporte un **circuit électronique** qui fonctionne pour assurer la conformité à l'article 19, l'essai approprié est répété en simulant un seul défaut comme indiqué aux points a) à f) de 19.11.2.

19.12 Si pour l'une des conditions de défaut spécifiées en 19.11.2, la sécurité de l'appareil dépend du fonctionnement d'un fusible miniature conforme à la CEI 60127, l'essai est répété en remplaçant le fusible miniature par un ampèremètre. Si le courant mesuré

- ne dépasse pas 2,1 fois le courant assigné du fusible, le circuit n'est pas considéré comme étant protégé adéquatement et l'essai est effectué avec le fusible court-circuité;
- est au moins égal à 2,75 fois le courant assigné du fusible, le circuit est considéré comme étant adéquatement protégé;
- est compris entre 2,1 fois et 2,75 fois le courant assigné du fusible, le fusible est court-circuité et l'essai est effectué
 - pour les fusibles à action rapide, pendant la période correspondante ou pendant 30 min suivant la durée la plus courte,
 - pour les fusibles à fusion temporisée, pendant la période correspondante ou pendant 2 min suivant la durée la plus courte.

NOTE 1 En cas de doute, la résistance maximale du fusible sera prise en compte lors de la détermination du courant.

NOTE 2 La vérification pour savoir si le fusible agit comme un **dispositif de protection** est basée sur les caractéristiques de fusion spécifiées dans la CEI 60127, qui donne également l'information nécessaire pour calculer la résistance maximale du fusible.

NOTE 3 Les autres fusibles sont considérés comme étant des parties intentionnellement faibles conformément à 19.1.

19.13 Lors des essais, l'appareil ne doit pas émettre de flammes ni de métal fondu, de gaz inflammables ou nocifs en quantités pouvant présenter un danger, et les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau 9.

Après les essais et lorsque l'appareil a refroidi jusqu'à approximativement la température ambiante, l'enveloppe ne doit pas s'être déformée au point de compromettre la conformité à l'article 8 et l'appareil doit être conforme à 20.2 s'il peut encore fonctionner.

Tableau 9 – Echauffement anormal maximal

Partie	Echauffement K
Supports, parois, plafond et plancher en bois du coin d'essai, meubles en bois ^a	150
Isolation du câble d'alimentation ^a	150
Isolation supplémentaire et isolation renforcée autre que celle en matière thermoplastique ^b	1,5 fois la valeur correspondante spécifiée dans le tableau 3
<p>^a Pour les appareils à moteur, ces échauffements ne sont pas déterminés.</p> <p>^b Il n'est pas fixé de limites particulières pour l'isolation supplémentaire et l'isolation renforcée en matière thermoplastique. Toutefois, les échauffements doivent être déterminés afin que les essais de 30.1 puissent être effectués.</p>	

L'isolation autre que celle des **appareils de la classe III**, après s'être refroidie jusqu'à environ la température ambiante, doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de 16.3, la tension d'essai étant toutefois celle spécifiée dans le tableau 4.

NOTE L'épreuve hygroscopique de 15.3 n'est pas effectuée avant cet essai de rigidité diélectrique.

Pour les appareils qui, en usage normal, sont immergés dans un liquide conducteur ou contiennent un liquide conducteur, l'appareil est immergé dans l'eau ou rempli d'eau, pendant 24 h, avant l'exécution de l'essai diélectrique.

20 Stabilité et dangers mécaniques

20.1 Les appareils autres que les **appareils installés à poste fixe** et les **appareils portatifs**, destinés à être utilisés sur une surface telle que le sol ou une table, doivent avoir une stabilité suffisante.

La vérification est effectuée par l'essai suivant, les appareils pourvus d'un socle de connecteur étant munis d'une prise mobile de connecteur et d'un câble souple appropriés.

L'appareil est placé dans une position normale d'emploi quelconque sur un plan incliné faisant un angle de 10° avec l'horizontale, le **câble d'alimentation** reposant sur le plan incliné dans la position la plus défavorable. Toutefois, si une partie d'un appareil vient au contact de la surface horizontale qui le supporte lorsque l'appareil est incliné d'un angle de 10°, l'appareil est placé sur un support horizontal et incliné d'un angle de 10° dans la direction la plus défavorable.

NOTE 1 L'appareil n'est pas raccordé au réseau d'alimentation.

NOTE 2 L'essai sur le support horizontal peut être nécessaire pour les appareils munis de roulettes ou de pieds.

NOTE 3 Les roulettes ou les roues sont bloquées pour empêcher l'appareil de rouler.

Les appareils comportant des portes sont essayés portes ouvertes ou portes fermées, selon la condition la plus défavorable.

Les appareils destinés à être remplis de liquide par l'utilisateur en usage normal sont essayés vides ou remplis de la quantité d'eau la plus défavorable, dans les limites de la capacité indiquée dans les instructions d'emploi.

L'appareil ne doit pas se renverser.

L'essai est répété sur les appareils comportant des éléments chauffants, l'angle d'inclinaison étant porté à 15°. Si l'appareil se renverse dans une ou plusieurs positions, il est soumis, renversé, à l'essai de l'article 11 pour chacune de ces positions.

Au cours de cet essai, les échauffements ne doivent pas être supérieurs aux valeurs indiquées dans le tableau 9.

20.2 Les parties mobiles des appareils doivent, dans la mesure où cela est compatible avec l'emploi et le fonctionnement de l'appareil, être disposées ou enfermées de façon qu'en usage normal soit assurée une protection appropriée des personnes contre les accidents.

NOTE 1 Pour certains appareils, une protection complète est irréalisable, par exemple les machines à coudre, les mélangeurs d'aliments et les couteaux électriques.

Les enveloppes de protection, les protecteurs et les éléments analogues doivent être des **parties non amovibles** et doivent avoir une résistance mécanique suffisante.

NOTE 2 Les enveloppes verrouillées qui peuvent être ouvertes en appliquant le calibre d'essai sont considérées comme étant des **parties amovibles**.

Le réenclenchement inopiné des **coupe-circuit thermiques à réarmement automatique** et des **dispositifs de protection** à maximum de courant ne doit pas créer de danger.

NOTE 3 Comme exemples d'appareils dans lesquels des **coupe-circuit thermiques à réarmement automatique** et des **dispositifs de protection** à maximum de courant pourraient créer un danger, on peut citer les mélangeurs d'aliments et les essoreuses à rouleaux.

La vérification est effectuée par examen, par l'essai de l'article 21 et en appliquant une force n'excédant pas 5 N au moyen d'un calibre d'essai similaire au calibre d'essai B de la CEI 61032 mais ayant une plaque d'arrêt circulaire de 50 mm de diamètre, au lieu de la plaque non circulaire.

Pour les appareils munis de dispositifs mobiles tels que ceux destinés à modifier la tension des courroies, l'essai avec le calibre est effectué en réglant ces dispositifs dans la position la plus défavorable, à l'intérieur de leur gamme de réglage. Si nécessaire, les courroies sont enlevées.

Il ne doit pas être possible de toucher les parties mobiles dangereuses avec ce calibre d'essai.

21 Résistance mécanique

Les appareils doivent avoir une résistance mécanique suffisante et être construits de façon à pouvoir supporter les contraintes mécaniques susceptibles de se produire en usage normal.

La vérification consiste à appliquer des coups à l'appareil au moyen du marteau à ressort comme spécifié dans la CEI 60068-2-75.

L'appareil est maintenu de manière rigide et trois coups sont appliqués en chaque point de l'enveloppe présumé faible avec une énergie d'impact de $0,5 J \pm 0,04 J$.

NOTE 1 Pour s'assurer que l'appareil est maintenu de manière rigide, il peut être nécessaire de le placer contre un mur massif en brique, béton ou matière analogue. Une feuille de polyamide est étroitement fixée au mur, en prenant soin qu'il n'y ait aucun espace appréciable entre la feuille et le mur. La feuille a une dureté Rockwell HR 100, une épaisseur d'au moins 8 mm et est suffisamment large pour s'assurer que toutes les parties de l'appareil sont maintenues.

Si nécessaire, les coups sont également appliqués aux poignées, aux leviers, aux boutons et aux organes analogues, et aux lampes de signalisation et à leurs capots, mais seulement si les lampes ou capots font saillie par rapport à l'enveloppe de plus de 10 mm ou si leur surface dépasse 4 cm². Les lampes placées à l'intérieur de l'appareil et leurs capots ne sont essayés que s'ils risquent d'être endommagés en usage normal.

NOTE 2 Lorsqu'on applique le cône de détente contre le **dispositif de protection** d'un **élément chauffant lumineux**, on prend soin que la tête du marteau traversant le **dispositif de protection** ne frappe pas l'élément chauffant.

*Après l'essai, l'appareil ne doit présenter aucun dommage susceptible de compromettre la conformité à la présente norme et la conformité à 8.1, 15.1 et à l'article 29 ne doit pas être compromise. En cas de doute, l'**isolation supplémentaire** et l'**isolation renforcée** sont soumises à l'essai de rigidité diélectrique de 16.3.*

NOTE 3 Une détérioration de la peinture, de faibles enfoncements qui ne réduisent pas les **distances dans l'air** ou les **lignes de fuite** au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 29, et de petites ébréchures qui n'affectent pas la protection contre l'accès aux **parties actives** ou l'humidité, ne sont pas retenus.

NOTE 4 Si une enveloppe décorative est protégée par une enveloppe intérieure, il n'est pas tenu compte du bris de l'enveloppe décorative si l'enveloppe intérieure satisfait à l'essai après l'enlèvement de l'enveloppe décorative.

S'il y a doute sur le fait qu'un défaut soit intervenu à la suite de l'application des coups précédents, ce défaut est négligé et le groupe des trois coups est appliqué au même endroit sur un nouvel appareil, qui doit alors satisfaire à l'essai.

NOTE 5 Des fissures non visibles à l'œil nu et des fissures superficielles dans des matières moulées en fibre renforcée et matières analogues sont ignorées.

22 Construction

22.1 Lorsque l'appareil porte le premier chiffre du système IP, les prescriptions correspondantes de la CEI 60529 doivent être satisfaites.

La vérification est effectuée par les essais correspondants.

22.2 Pour les **appareils fixes**, des moyens doivent être prévus pour assurer une **coupure omnipolaire** du réseau d'alimentation. De tels moyens doivent être choisis parmi les suivants:

- un **câble d'alimentation** muni d'une fiche de prise de courant;
- un interrupteur conforme à 24.3;
- une indication dans les instructions précisant qu'une déconnexion doit être incorporée dans la canalisation fixe;
- un socle de connecteur.

Les interrupteurs unipolaires et les **dispositifs de protection** unipolaires qui déconnectent les éléments chauffants du réseau d'alimentation, dans les **appareils de la classe I** monophasés et raccordés de façon permanente, doivent être raccordés au conducteur de phase.

La vérification est effectuée par examen.

22.3 Les appareils pourvus de broches destinées à être introduites dans des socles de prises de courant ne doivent pas exercer de contraintes exagérées sur ces socles. Les dispositifs prévus pour retenir les broches doivent résister aux forces auxquelles les broches sont susceptibles d'être soumises en usage normal.

La vérification est effectuée en introduisant les broches de l'appareil dans un socle sans contact de terre. Le socle est muni d'un pivot horizontal à une distance de 8 mm en arrière de la surface d'engagement du socle et situé dans le plan des alvéoles.

Le couple qui doit être appliqué pour maintenir la surface d'engagement du socle dans le plan vertical ne doit pas dépasser 0,25 Nm.

NOTE Le couple pour maintenir le socle lui-même dans le plan vertical n'est pas inclus dans cette valeur.

Un nouvel échantillon de l'appareil est maintenu fermement de façon telle que la rétention des broches ne soit pas affectée. L'appareil est placé dans une étuve pendant 1 h à une température de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. L'appareil est alors retiré de l'étuve et une force de traction de 50 N est immédiatement appliquée pendant 1 min à chaque broche le long de son axe longitudinal.

Lorsque l'appareil est revenu à la température ambiante, les broches ne doivent pas avoir bougé de plus de 1 mm.

Les broches sont ensuite soumises successivement à un couple de 0,4 Nm, qui est appliqué pendant 1 min dans chaque direction. Les broches ne doivent pas tourner sauf si la rotation ne remet pas en cause la conformité à la présente norme.

22.4 Les appareils destinés au chauffage des liquides et les appareils produisant des vibrations exagérées ne doivent pas être munis de broches destinées à être introduites dans des socles de prises de courant.

La vérification est effectuée par examen.

22.5 Les appareils destinés à être raccordés au réseau d'alimentation au moyen d'une prise de courant doivent être construits de façon telle qu'en usage normal il n'y ait pas de risque de choc électrique émanant des condensateurs chargés lorsque l'on touche les broches de la fiche de prise de courant.

NOTE Les condensateurs de capacité assignée jusqu'à 0,1 μF ne sont pas considérés comme susceptibles d'entraîner un risque de choc électrique.

La vérification est effectuée par l'essai suivant qui est réalisé 10 fois.

*L'appareil est alimenté sous la **tension assignée**. Tous les interrupteurs sont alors mis en **position arrêt** et l'appareil est déconnecté du réseau d'alimentation. Une seconde après la déconnexion, la tension entre les broches de la fiche de prise de courant est mesurée avec un instrument qui ne modifie pas de façon appréciable la valeur à mesurer.*

La tension ne doit pas être supérieure à 34 V.

22.6 Les appareils doivent être construits de façon telle que leur isolation électrique ne puisse être affectée par de l'eau provenant des condensations sur des surfaces froides, ou par des liquides provenant de fuites dans des réservoirs, tuyaux, raccords ou parties analogues de l'appareil. L'isolation électrique des **appareils de la classe II** et des **parties de la classe II** ne doit pas être affectée en cas de rupture d'un tuyau ou de défaillance d'un joint d'étanchéité.

La vérification est effectuée par examen et, en cas de doute, par l'essai suivant.

Des gouttes d'une solution aqueuse colorée sont appliquées au moyen d'une seringue aux parties à l'intérieur de l'appareil où une fuite de liquide pourrait se produire et affecter l'isolation électrique. L'appareil est en fonctionnement ou au repos, suivant la situation la plus défavorable.

*Après cet essai, un examen doit montrer qu'il n'y a pas sur les enroulements ou sur l'isolation de traces de liquide susceptibles de provoquer une réduction des **lignes de fuite** au-dessous des valeurs spécifiées en 29.2.*

22.7 Les appareils contenant un liquide ou un gaz en usage normal, ou pourvus d'un générateur de vapeur, doivent comporter des dispositions de sécurité appropriées pour éviter une pression excessive.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par un essai approprié.

22.8 Pour les appareils ayant des compartiments auxquels il est possible d'avoir accès sans l'aide d'un **outil** et qui sont susceptibles d'être nettoyés en usage normal, les connexions électriques doivent être disposées de façon à ne pas pouvoir être soumises à des tractions pendant le nettoyage.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

22.9 Les appareils doivent être construits de façon que des parties telles que l'isolation, les conducteurs internes, les enroulements, les collecteurs et les bagues ne soient pas exposées aux huiles, graisses ou substances analogues, sauf si ces substances ont des propriétés isolantes appropriées de façon à ne pas compromettre la conformité avec la norme.

La vérification est effectuée par examen et par les essais correspondants de la présente norme.

22.10 Les boutons de réenclenchement des dispositifs de commande sans réarmement automatique doivent être situés et protégés de façon qu'il soit peu probable qu'ils puissent être réenclenchés accidentellement si un tel réenclenchement peut entraîner un danger.

NOTE Par exemple, cette prescription exclut les boutons de réenclenchement montés à l'arrière de l'appareil, pouvant être réenclenchés en poussant l'appareil contre un mur.

La vérification est effectuée par examen.

22.11 Les **parties non amovibles** qui protègent contre l'accès aux **parties actives**, contre l'humidité et contre les contacts avec les parties mobiles, doivent être fixées de manière sûre et doivent résister aux contraintes mécaniques susceptibles de se produire en usage normal. Les dispositifs de fixation par encliquetage utilisés pour fixer ces parties doivent avoir une position de verrouillage évidente. Les propriétés de fixation des dispositifs de fixation par encliquetage utilisés dans des parties qui sont susceptibles d'être enlevées pour l'installation ou pour des opérations de maintenance doivent être fiables.

La vérification est effectuée par les essais suivants.

Les parties qui sont susceptibles d'être enlevées pour l'installation ou pour des opérations de maintenance sont démontées et assemblées 10 fois avant que l'essai ne soit effectué.

NOTE Les opérations de maintenance incluent le remplacement du **câble d'alimentation**.

L'essai est effectué à la température ambiante. Toutefois, si la conformité peut être affectée par la température de l'appareil, l'essai est effectué immédiatement après que l'appareil a été mis en fonctionnement dans les conditions spécifiées à l'article 11.

L'essai est effectué sur toutes les parties susceptibles d'être amovibles, qu'elles soient ou non fixées par des vis, rivets ou organes analogues.

Une force est appliquée sans secousses, pendant 10 s, dans la direction la plus défavorable, aux parties susceptibles d'être faibles. La valeur de la force est la suivante:

- *force de poussée, 50 N;*
- *force de traction:*
 - *si la forme de la partie est telle que les bouts des doigts ne puissent pas glisser facilement, 50 N,*
 - *si la saillie de la partie à saisir est inférieure à 10 mm dans la direction du retrait, 30 N.*

La force de poussée est appliquée au moyen du calibre d'essai 11 de la CEI 61032.

La force de traction est appliquée par un moyen approprié tel qu'une ventouse, de façon telle que les résultats d'essai ne soient pas affectés. Pendant que la force est appliquée, l'ongle d'essai de la figure 7 est inséré dans toute ouverture ou joint avec une force de 10 N. L'ongle d'essai est alors glissé sur le côté avec une force de 10 N mais il n'est ni tordu ni utilisé comme un levier.

Si la forme de la partie concernée est telle que l'application d'une force axiale est improbable, la force de traction n'est pas exercée mais l'ongle d'essai est inséré dans toute ouverture ou joint avec une force de 10 N et il est ensuite tiré pendant 10 s au moyen de la boucle avec une force de 30 N dans le sens du retrait.

Si la partie peut être soumise à un effort de torsion, le couple suivant est appliqué en même temps que la force de traction ou de poussée:

- 2 Nm, pour les dimensions principales jusqu'à 50 mm;
- 4 Nm, pour les dimensions principales supérieures à 50 mm.

Ce couple est également appliqué lorsque l'ongle d'essai est tiré au moyen de la boucle.

Si la saillie de la partie à saisir est inférieure à 10 mm le couple est réduit de 50 %.

Les parties doivent rester dans la position d'encliquetage et ne doivent pas se détacher.

22.12 Les poignées, boutons, manettes, leviers et organes analogues doivent être fixés de façon sûre de sorte qu'ils ne se desserrent pas en usage normal, si un tel desserrage peut entraîner un danger. Si ces parties sont utilisées pour indiquer la position des interrupteurs ou de composants analogues, ils ne doivent pas pouvoir être montés dans une position incorrecte, si cela risque d'entraîner un danger.

La vérification est effectuée par examen, par un essai à la main et en essayant d'enlever la partie en appliquant une force axiale de:

- 15 N, si un effort de traction axial n'est pas susceptible d'être appliqué en usage normal;
- 30 N, si un effort de traction axial est susceptible d'être appliqué en usage normal.

La force est appliquée pendant 1 min.

NOTE La matière de remplissage et les matières analogues autres que les résines autodurcissantes ne sont pas considérées comme appropriées pour éviter le desserrage.

22.13 Les appareils doivent être construits de façon telle que soit improbable un contact de la main de l'utilisateur, lorsqu'il saisit les poignées en usage normal, avec des parties dont l'échauffement dépasse la valeur spécifiée dans le tableau 3 pour les poignées qui, en usage normal, ne sont tenues que pendant de courtes périodes.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, en déterminant l'échauffement.

22.14 Les appareils ne doivent pas avoir de bords rugueux ni tranchants, autres que ceux nécessaires à la fonction de l'appareil, qui pourraient occasionner un danger pour l'utilisateur en usage normal ou pendant l'**entretien par l'utilisateur**.

Les extrémités pointues des vis auto-taraudeuses et autres dispositifs de fixation doivent être situées de façon telle qu'il soit peu probable de les toucher en usage normal ou pendant l'**entretien par l'utilisateur**.

La vérification est effectuée par examen.

22.15 Les crochets et dispositifs analogues pour le rangement des câbles souples doivent être lisses et bien arrondis.

La vérification est effectuée par examen.

22.16 Les enrouleurs de câbles automatiques doivent être construits de façon telle qu'ils ne provoquent

- ni abrasion exagérée, ni dommage à la gaine du câble souple;
- ni rupture de brins des conducteurs;
- ni usure exagérée des contacts.

La vérification est effectuée par l'essai suivant, qui est réalisé sans passage de courant dans le câble souple.

Les deux tiers de la longueur du câble sont déroulés. Si la longueur du câble que l'on peut dérouler est inférieure à 225 cm, le câble est déroulé de façon telle qu'une longueur de 75 cm reste sur l'enrouleur. Une longueur supplémentaire de 75 cm de câble est ensuite déroulée et tirée dans une direction telle que l'abrasion la plus grande de la gaine soit provoquée, en tenant compte de la position normale d'utilisation de l'appareil. A l'endroit où le câble sort de l'appareil, l'angle formé par l'axe du câble pendant l'essai et l'axe du câble lorsqu'il est déroulé pratiquement sans résistance est d'environ 60°. On laisse le câble revenir sur l'enrouleur.

NOTE 1 Si le câble ne s'enroule pas sous un angle de 60°, l'angle d'enroulement est porté à la valeur maximale autorisant l'enroulement.

L'essai est effectué 6 000 fois à une cadence d'environ 30 fois par minute ou à la cadence maximale autorisée par la construction de l'enrouleur si cette cadence est inférieure.

NOTE 2 Il peut être nécessaire d'interrompre l'essai pour permettre au câble de se refroidir.

Après cet essai, l'enrouleur de câble et le câble sont examinés. En cas de doute, le câble est soumis à l'essai de rigidité diélectrique de 16.3, une tension d'essai de 1 000 V étant appliquée entre les conducteurs du câble reliés entre eux et une feuille métallique enroulée autour du câble.

22.17 Les butées destinées à empêcher que l'appareil ne surchauffe les murs doivent être fixées de façon qu'il ne soit pas possible de les enlever de l'extérieur de l'appareil à la main, à l'aide d'un tournevis ou d'une clef.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

22.18 Les parties transportant du courant et les autres parties métalliques dont la corrosion peut entraîner un danger doivent résister à la corrosion dans les conditions normales d'emploi.

NOTE 1 L'acier inoxydable et les alliages similaires résistants à la corrosion, ainsi que l'acier plaqué, sont considérés comme satisfaisant à cette prescription.

La vérification est effectuée en s'assurant qu'après les essais de l'article 19, ces parties ne présentent pas de signe de corrosion.

NOTE 2 Il y a lieu de tenir compte de la compatibilité des matériaux des bornes et de l'effet des échauffements.

22.19 Les courroies d'entraînement ne sont pas considérées comme assurant le niveau requis d'isolation électrique sauf si la construction empêche tout remplacement non approprié.

La vérification est effectuée par examen.

22.20 Le contact direct entre les **parties actives** et l'isolation thermique doit être efficacement empêché, sauf si le matériau employé n'est ni corrosif, ni hygroscopique, ni combustible.

NOTE La laine de verre est un exemple d'isolation thermique satisfaisant à cette prescription. La laine de roche non imprégnée est un exemple d'isolation thermique corrosive.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par des essais appropriés.

22.21 Le bois, le coton, la soie, le papier ordinaire et les matériaux fibreux ou hygroscopiques similaires ne doivent pas être utilisés comme isolants, sauf s'ils sont imprégnés.

NOTE 1 Une matière isolante est considérée comme imprégnée si un isolant approprié remplit pratiquement tous les interstices entre les fibres de la matière.

NOTE 2 L'oxyde de magnésium et les fibres minérales céramiques utilisés pour l'isolation électrique des éléments chauffants ne sont pas considérés comme étant des matériaux hygroscopiques.

La vérification est effectuée par examen.

22.22 Les appareils ne doivent pas contenir d'amiante.

La vérification est effectuée par examen

22.23 Les graisses contenant du polychlorinate biphenyl (PCB) ne doivent pas être utilisées dans les appareils.

La vérification est effectuée par examen.

22.24 Les éléments chauffants nus doivent être supportés de façon telle que, s'ils se rompent, il soit improbable que le fil chauffant vienne en contact avec les **parties métalliques accessibles**.

La vérification est effectuée par examen, après avoir coupé le fil chauffant à l'endroit le plus défavorable.

NOTE 1 Aucune force n'est appliquée au fil chauffant après qu'il a été coupé.

NOTE 2 L'essai est effectué après les essais de l'article 29.

22.25 Les appareils autres que les **appareils de la classe III** doivent être construits de façon que les conducteurs chauffants, lorsqu'ils viennent à se distendre, ne puissent venir en contact avec les **parties métalliques accessibles**.

La vérification est effectuée par examen.

NOTE Cette prescription peut être satisfaite en prévoyant une **isolation supplémentaire** ou un noyau qui empêche effectivement le conducteur de se distendre.

22.26 Les **appareils de la classe II** ayant des **parties de la classe III** doivent être construits de façon telle que l'isolation entre les parties alimentées en **très basse tension de sécurité** et d'autres **parties actives** satisfasse aux prescriptions pour la **double isolation** ou pour l'**isolation renforcée**.

*La vérification est effectuée par les essais spécifiés pour la **double isolation** ou l'**isolation renforcée**.*

22.27 Les parties connectées par une **impédance de protection** doivent être séparées par une **double isolation** ou une **isolation renforcée**.

*La vérification est effectuée par les essais spécifiés pour la **double isolation** ou l'**isolation renforcée**.*

22.28 Pour les **appareils de la classe II** raccordés en usage normal au réseau d'alimentation en gaz ou en eau, les parties métalliques conductrices raccordées aux tuyaux de gaz ou en contact avec l'eau doivent être séparées des **parties actives** par une **double isolation** ou une **isolation renforcée**.

La vérification est effectuée par examen.

22.29 Les **appareils de la classe II** prévus pour être reliés de façon permanente aux canalisations fixes doivent être construits de façon telle que le degré de protection requis contre l'accès aux **parties actives** soit maintenu après installation.

NOTE La protection contre l'accès aux **parties actives** peut être affectée, par exemple, par l'installation de conduits métalliques ou de câbles comportant une gaine métallique.

La vérification est effectuée par examen.

22.30 Des **parties de la classe II**, qui assurent une **isolation supplémentaire** ou une **isolation renforcée** et qui risquent d'être oubliées lors du remontage après des opérations de maintenance, doivent être

- soit fixées de façon à ne pas pouvoir être enlevées sans être sérieusement endommagées;
- soit construites de façon telle qu'elles ne puissent pas être replacées dans une position incorrecte et que, si elles sont oubliées, l'appareil ne puisse fonctionner ou soit manifestement incomplet.

NOTE Les opérations de maintenance comprennent le remplacement de composants tels que les câbles d'alimentation et les interrupteurs.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

22.31 Les **distances dans l'air** et les **lignes de fuite** sur une **isolation supplémentaire** et une **isolation renforcée** ne doivent pas être réduites, par suite des effets de l'usure, au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 29. Si une partie, telle qu'un fil, une vis, un écrou ou un ressort, se desserre ou se détache, les **distances dans l'air** et les **lignes de fuite** entre **parties actives** et **parties accessibles** ne doivent pas être réduites au-dessous des valeurs spécifiées pour l'**isolation supplémentaire**.

NOTE Pour l'application de cette prescription,

- seule la position normale d'emploi de l'appareil est prise en compte,
- il est admis que deux fixations indépendantes ne se détachent pas simultanément,
- les parties fixées au moyen de vis ou d'écrous et de rondelles de blocage ne sont pas considérées comme susceptibles de se desserrer, à condition qu'il ne soit pas nécessaire de retirer ces vis ou ces écrous lors du remplacement du câble ou d'autres opérations de maintenance,
- les fils à connexions soudées ne sont pas considérés comme suffisamment fixés à moins qu'ils ne soient maintenus en place à proximité de la borne indépendamment de la soudure,
- les fils connectés aux bornes ne sont pas considérés comme suffisamment fixés à moins qu'une fixation supplémentaire ne soit prévue à proximité de la borne, de façon telle que, dans le cas des âmes câblées, cette fixation serre à la fois l'enveloppe isolante et l'âme,
- de courts conducteurs rigides ne sont pas considérés comme susceptibles de s'échapper d'une borne, s'ils restent en position lorsque la vis de la borne est desserrée.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par un essai à la main.

22.32 L'**isolation supplémentaire** et l'**isolation renforcée** doivent être construites ou protégées de façon telle que la pollution produite par l'usure d'organes internes de l'appareil ne réduise pas les **distances dans l'air** et les **lignes de fuite** au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 29.

Les éléments en caoutchouc naturel ou synthétique utilisés comme **isolation supplémentaire** doivent résister au vieillissement ou être disposés et dimensionnés de façon que les **lignes de fuite** ne soient pas réduites au-dessous des valeurs spécifiées en 29.2, même si des craquelures se produisent.

La matière céramique non fortement comprimée, les matières analogues ainsi que les perles isolantes seules, ne doivent pas être utilisées comme **isolation supplémentaire** ou **isolation renforcée**.

NOTE 1 Un matériau isolant dans lequel les fils chauffants sont enrobés est considéré comme **isolation principale** et non comme **isolation renforcée**.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

Si la partie en caoutchouc doit résister au vieillissement, l'essai suivant est effectué.

La partie est suspendue librement dans une bombe à oxygène dont la capacité utile est au moins 10 fois le volume de la partie. La bombe est remplie d'oxygène ayant une pureté d'au moins 97 %, à une pression de 2,1 MPa ± 0,07 MPa, et maintenue à une température de 70 °C ± 1 °C.

NOTE 2 L'utilisation de la bombe à oxygène présente un certain danger en cas de manipulation sans précaution. Des mesures seront prises pour éviter les risques d'explosion provenant d'une oxydation brusque.

La partie est maintenue dans la bombe pendant 96 h. Elle est alors retirée de la bombe et laissée au repos, à la température ambiante et à l'abri de la lumière du jour, pendant au moins 16 h.

La partie est alors examinée et ne doit pas présenter de craquelure visible à l'œil nu.

En cas de doute, l'essai suivant est effectué pour déterminer si la matière céramique est fortement comprimée.

La matière céramique est cassée en morceaux qui sont immergés dans une solution contenant 1 g de fuchsine pour 100 g d'alcool dénaturé. La solution est maintenue à une pression non inférieure à 15 MPa pendant une période telle que le produit de la durée de l'essai, en heures, par la pression d'essai, en mégapascals, soit d'environ 180.

Les morceaux sont retirés de la solution, rincés, séchés et cassés en morceaux plus petits.

Les surfaces fraîchement cassées sont examinées et ne doivent présenter aucune trace de colorant visible à l'œil nu.

22.33 Les liquides conducteurs qui sont ou peuvent devenir accessibles en usage normal ne doivent pas se trouver en contact direct avec des **parties actives**. Des électrodes ne doivent pas être utilisées pour le chauffage des liquides.

Pour les **parties de la classe II**, les liquides conducteurs qui sont ou peuvent devenir accessibles en usage normal ne doivent pas être en contact direct avec une **isolation principale** ou une **isolation renforcée**.

Pour les **parties de la classe II**, les liquides conducteurs qui sont en contact avec des **parties actives** ne doivent pas être en contact direct avec une **isolation renforcée**.

NOTE 1 Les liquides qui sont en contact avec des **parties métalliques accessibles** non reliées à la terre sont considérés comme accessibles.

NOTE 2 Une couche d'air n'est pas considérée comme étant suffisante pour constituer l'une des couches de la **double isolation** si elle est susceptible d'être pontée par une fuite de liquide.

La vérification est effectuée par examen.

22.34 Les axes des boutons, poignées, leviers et organes analogues ne doivent pas être sous tension, à moins que l'axe ne soit pas accessible lorsque le bouton, la poignée, le levier ou l'organe analogue est enlevé.

*La vérification est effectuée par examen et en appliquant le calibre d'essai comme spécifié en 8.1 après enlèvement du bouton, de la poignée, du levier ou de l'organe analogue même avec l'aide d'un **outil**.*

22.35 Pour les parties autres que les **parties de la classe III**, les poignées, leviers et boutons qui sont tenus ou manœuvrés en usage normal ne doivent pas être mis sous tension en cas de défaut d'isolation. Si ces poignées, leviers ou boutons sont en métal et si leurs axes ou fixations sont susceptibles d'être mis sous tension en cas de défaut d'isolation, ils doivent être recouverts de façon appropriée de matière isolante ou leurs **parties accessibles** doivent être séparées de leur axe ou du moyen de fixation par une **isolation supplémentaire**.

NOTE La matière isolante est considérée comme appropriée si elle satisfait à l'essai de rigidité diélectrique de 16.3 pour l'**isolation supplémentaire**.

Pour les **appareils fixes**, cette prescription ne s'applique pas aux poignées, aux leviers et aux boutons, autres que ceux des éléments constituants électriques, à condition qu'ils soient reliés de façon sûre à une borne de terre, ou à un contact de terre, ou séparés des **parties actives** par des parties métalliques mises à la terre.

La vérification est effectuée par examen et si nécessaire par les essais correspondants.

22.36 Pour les appareils autres que les **appareils de la classe III**, les poignées qui, en usage normal, sont tenues à la main de façon permanente, doivent être construites de façon telle que, lorsqu'elles sont saisies en usage normal, la main de l'utilisateur ne puisse toucher des parties métalliques que si elles sont séparées des **parties actives** par une **double isolation** ou une **isolation renforcée**.

La vérification est effectuée par examen.

22.37 Pour les **appareils de la classe II**, les condensateurs ne doivent pas être reliés à des **parties métalliques accessibles**, et leurs enveloppes, si elles sont métalliques, doivent être séparées des **parties métalliques accessibles** par une **isolation supplémentaire**.

Cette prescription ne s'applique pas aux condensateurs conformes aux prescriptions spécifiées pour l'**impédance de protection** en 22.42.

La vérification est effectuée par examen et par les essais correspondants.

22.38 Les condensateurs ne doivent pas être reliés entre les contacts d'un **coupe-circuit thermique**.

La vérification est effectuée par examen.

22.39 Les douilles ne doivent être utilisées que pour le raccordement des lampes.

La vérification est effectuée par examen.

22.40 Les **appareils à moteur** et les **appareils combinés** qui sont destinés à être déplacés pendant leur fonctionnement ou qui comportent des parties mobiles accessibles, doivent être pourvus d'un interrupteur commandant le moteur. L'organe de manœuvre de cet interrupteur doit être facilement visible et accessible.

La vérification est effectuée par examen.

22.41 Les appareils ne doivent pas comporter de composants, autres que les lampes, contenant du mercure.

La vérification est effectuée par examen.

22.42 Une **impédance de protection** doit être constituée de deux éléments distincts au moins dont l'impédance n'est pas susceptible de varier de façon significative au cours de la vie de l'appareil. Si l'un des éléments est court-circuité ou si son circuit est ouvert, les valeurs spécifiées en 8.1.4 ne doivent pas être dépassées.

NOTE Les résistances satisfaisant à l'essai a) du paragraphe 14.1 de la CEI 60065 et les condensateurs de classe Y satisfaisant à la CEI 60384-14 sont considérés comme étant des composants ayant une impédance suffisamment stable.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

22.43 Les appareils qui peuvent être adaptés à différentes tensions doivent être construits de façon telle qu'une modification accidentelle du réglage ne risque pas de se produire.

La vérification est effectuée par un essai à la main.

22.44 Les appareils ne doivent pas avoir d'enveloppe dont la forme et la décoration sont telles que l'appareil soit susceptible d'être traité comme un jouet par les enfants.

La vérification est effectuée par examen.

NOTE Comme exemples, on peut citer les enveloppes représentant des animaux ou des personnes, ou ressemblant à des modèles réduits.

22.45 Lorsque l'air est utilisé comme **isolation renforcée**, l'appareil doit être construit de façon telle que les **distances dans l'air** ne puissent être réduites au-dessous des valeurs spécifiées en 29.1.3 en raison d'une déformation provoquée par une force externe appliquée à l'enveloppe.

NOTE 1 Une construction suffisamment rigide est considérée comme satisfaisant à la prescription.

NOTE 2 Une déformation due à la manipulation de l'appareil sera prise en considération.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

23 Conducteurs internes

23.1 Les passages empruntés par les conducteurs doivent être lisses et ne doivent pas présenter d'arêtes vives.

Les conducteurs doivent être protégés de façon qu'ils n'entrent pas en contact avec des aspérités, des ailettes de refroidissement ou d'autres arêtes susceptibles d'endommager l'isolation.

Les trous dans les parois métalliques pour le passage des conducteurs isolés doivent être convenablement arrondis ou munis de traversées.

Tout contact entre les conducteurs et les parties mobiles doit être efficacement empêché.

La vérification est effectuée par examen.

23.2 Les perles isolantes et pièces similaires isolantes en matière céramique entourant des fils sous tension doivent être fixées ou situées de façon à ne pas pouvoir changer de position ni reposer sur des arêtes vives. Si les perles sont placées à l'intérieur de tuyaux métalliques flexibles, elles doivent être revêtues d'une gaine isolante, sauf si le tuyau ne peut pas se déplacer en usage normal.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

23.3 Différentes parties de l'appareil qui peuvent, en usage normal ou lors d'opérations d'**entretien par l'utilisateur**, être déplacées les unes par rapport aux autres, ne doivent pas soumettre les connexions électriques ni les conducteurs internes, y compris ceux assurant la continuité de terre, à des contraintes exagérées. Les tuyaux métalliques flexibles ne doivent pas endommager l'enveloppe isolante des conducteurs qu'ils contiennent. On ne doit pas utiliser de ressorts à spires non jointives pour protéger les conducteurs. Si pour assurer cette protection on utilise des ressorts à spires jointives, un revêtement isolant approprié doit être prévu en plus de l'isolation des conducteurs.

NOTE 1 La gaine d'un câble souple satisfaisant aux CEI 60227 ou CEI 60245 est considérée comme un recouvrement isolant convenable.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai suivant.

*Si la flexion se produit en usage normal, l'appareil est placé dans sa position normale d'emploi, il est alimenté sous la **tension assignée** et mis en fonctionnement dans les **conditions de fonctionnement normal**.*

La partie mobile est inclinée dans un sens puis dans l'autre de manière à plier le conducteur suivant l'angle maximal permis par la construction, la cadence des flexions étant de 30 par minute. Le nombre des flexions est de

- 10 000 pour les conducteurs soumis à flexion en usage normal;
- 100 pour les conducteurs soumis à flexion lors de l'**entretien par l'utilisateur**.

NOTE 2 Une flexion comporte un seul mouvement, dans un sens ou dans l'autre.

*L'appareil ne doit pas être endommagé à un point tel que la conformité à la présente norme soit affectée, et doit pouvoir fonctionner. En particulier, les conducteurs et leurs connexions doivent satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de 16.3, la tension d'essai étant réduite à 1 000 V et appliquée entre **parties actives** et **parties métalliques accessibles** seulement.*

23.4 Les conducteurs internes nus doivent être suffisamment rigides et fixés de façon telle que, en usage normal, les **distances dans l'air** et les **lignes de fuite** ne puissent être réduites au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 29.

La vérification est effectuée pendant les essais de 29.1 et 29.2.

23.5 L'isolation des conducteurs internes doit pouvoir supporter les contraintes électriques susceptibles de lui être appliquées en usage normal.

La vérification est effectuée de la façon suivante.

L'isolation principale doit être électriquement équivalente à **l'isolation principale** de câbles conformes aux CEI 60227 ou CEI 60245 ou doit satisfaire à l'essai de résistance diélectrique suivant.

Une tension de 2 000 V est appliquée pendant 15 min entre le conducteur et une feuille métallique recouvrant l'isolation. Il ne doit pas se produire de claquage.

NOTE 1 Si **l'isolation principale** du conducteur ne remplit aucune des conditions ci-dessus, le conducteur est considéré comme nu.

NOTE 2 L'essai n'est appliqué qu'aux conducteurs internes soumis à la tension du réseau d'alimentation.

NOTE 3 Pour les **parties de la classe II**, les prescriptions pour **l'isolation supplémentaire** et pour **l'isolation renforcée** s'appliquent mais la gaine d'un câble conforme à la CEI 60227 ou à la CEI 60245 peut assurer **l'isolation supplémentaire**.

23.6 Lorsqu'un manchon est utilisé comme **isolation supplémentaire** d'un conducteur interne, il doit être maintenu en place par des moyens efficaces.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

NOTE Un manchon est considéré comme fixé efficacement s'il ne peut être enlevé qu'en le cassant ou le coupant ou s'il est fixé à ses deux extrémités.

23.7 Les conducteurs repérés par la combinaison de couleurs vert/jaune ne doivent être utilisés que comme conducteurs de terre.

La vérification est effectuée par examen.

23.8 Les conducteurs en aluminium ne doivent pas être utilisés comme conducteurs internes.

NOTE Les enroulements ne sont pas considérés comme des conducteurs internes.

La vérification est effectuée par examen.

23.9 Les conducteurs toronnés ne doivent pas être renforcés par une soudure à l'étain s'ils sont soumis à une pression de contact, à moins que le dispositif de fixation ne soit construit de façon à éliminer tout risque de mauvais contact en raison d'un fluage à froid de la soudure.

NOTE 1 La prescription peut être satisfaite en utilisant des bornes élastiques. Le seul serrage des vis de fixation n'est pas considéré comme approprié.

NOTE 2 La soudure de l'extrémité d'un conducteur toronné est admise.

La vérification est effectuée par examen.

24 Composants

24.1 Les composants doivent être conformes aux prescriptions de sécurité des normes CEI correspondantes, pour autant qu'elles soient raisonnablement applicables.

NOTE 1 La conformité aux normes de la CEI pour le composant correspondant ne garantit pas nécessairement la conformité aux prescriptions de la présente norme.

Sauf spécification contraire, les prescriptions de l'article 29 de la présente norme s'appliquent entre les **parties actives** des composants et les **parties accessibles** de l'appareil.

La vérification est effectuée par les essais de 24.1.1 à 24.1.6, sauf pour les composants qui ont été préalablement soumis aux essais et jugés conformes aux normes CEI correspondantes.

Les composants qui n'ont pas été essayés séparément en vue de la vérification de leur conformité à la norme CEI correspondante, ainsi que les composants qui ne sont ni marqués ni utilisés conformément à leurs marquages, sont essayés dans les conditions qui se produisent dans l'appareil, le nombre d'échantillons étant celui prescrit par la norme correspondante.

NOTE 2 Pour les dispositifs de commande automatiques, le marquage comprend la documentation et les déclarations spécifiées à l'article 7 de la CEI 60730-1.

Dans le cas où il n'existe pas de norme CEI correspondant à un composant, aucun essai complémentaire n'est spécifié.

24.1.1 *Pour les condensateurs susceptibles d'être soumis en permanence à la tension du réseau d'alimentation et utilisés pour l'antiparasitage ou dans un diviseur de tension, la norme applicable est la CEI 60384-14. S'ils sont essayés dans les conditions qui se produisent dans l'appareil, ils sont essayés conformément à l'annexe F.*

NOTE Comme exemples de condensateurs susceptibles d'être soumis en permanence à la tension du réseau d'alimentation, on peut citer les condensateurs incorporés dans les appareils

- pour lesquels le 30.2.3 est applicable;
- pour lesquels le 30.2.2 est applicable, à moins que le condensateur ne soit déconnecté du réseau d'alimentation par l'interrupteur marche-arrêt. Cet interrupteur est bipolaire si le condensateur est raccordé à la terre.

24.1.2 *Pour les **transformateurs de sécurité**, la norme applicable est la CEI 61558-2-6. S'ils sont essayés dans les conditions qui se produisent dans l'appareil, ils sont essayés conformément à l'annexe G.*

24.1.3 *Pour les interrupteurs, la norme applicable est la CEI 61058-1. S'ils sont essayés dans les conditions qui se produisent dans l'appareil, ils sont essayés conformément à l'annexe H. Le nombre de cycles de fonctionnement déclaré pour le paragraphe 7.1.4 de la CEI 61058-1 doit être au moins de 10 000.*

NOTE La déclaration du nombre de cycles de fonctionnement ne s'applique qu'aux interrupteurs requis pour la conformité à la présente norme.

24.1.4 *Pour les dispositifs de commande automatiques, la norme applicable est la CEI 60730-1 avec ses parties 2 correspondantes.*

Le nombre de cycles de fonctionnement déclaré pour les paragraphes 6.10 et 6.11 de la CEI 60730-1 ne doit pas être inférieur à:

- | | |
|--|---------|
| - pour les thermostats | 10 000; |
| - pour les limiteurs de température | 1 000; |
| - pour les coupe-circuit thermiques à réarmement automatique | 300; |
| - pour les coupe-circuit thermiques sans réarmement automatique | 30; |
| - pour les minuterics | 3 000; |
| - pour les régulateurs d'énergie | 10 000. |

NOTE 1 Les nombres déclarés de cycles de fonctionnement ne s'appliquent pas aux dispositifs de commande automatiques qui fonctionnent pendant l'article 11, si l'appareil satisfait aux prescriptions de la présente norme lorsque les dispositifs sont court-circuités.

Si les dispositifs de commande automatiques sont essayés dans les conditions qui se produisent dans l'appareil, ils sont également essayés conformément aux paragraphes 11.3.5 à 11.3.8 et à l'article 17 de la CEI 60730-1 comme dispositifs du type 1.

NOTE 2 Les essais des articles 12, 13 et 14 de la CEI 60730-1 ne sont pas effectués avant l'essai de l'article 17.

24.1.5 Pour les connecteurs, la norme applicable est la CEI 60320-1. Toutefois, pour les appareils avec un degré de protection supérieur à IPX0, la norme applicable est la CEI 60320-2-3.

24.1.6 Pour les petites douilles similaires aux douilles E10, la norme applicable est la CEI 60238, les prescriptions indiquées pour les douilles E10 étant applicables. Toutefois, il n'est pas nécessaire qu'elles puissent recevoir une lampe munie d'un culot E10 conforme à l'édition en vigueur de la feuille 7004-22 de la CEI 60061-1.

24.2 Les appareils ne doivent pas être pourvus

- d'interrupteurs ou de dispositifs de commande automatiques dans le câble souple;
- de dispositifs qui, en cas de défaut dans l'appareil, provoquent le fonctionnement du **dispositif de protection** de la canalisation fixe;
- de **coupe-circuit thermiques** qui peuvent être remis en service par soudage.

NOTE L'emploi de soudure ayant un point de fusion d'au moins 230 °C est autorisé.

La vérification est effectuée par examen.

24.3 Les interrupteurs prévus pour assurer une **coupure omnipolaire des appareils fixes**, comme spécifié en 22.2, doivent être raccordés directement aux bornes d'alimentation et doivent avoir une distance de séparation des contacts sur tous les pôles pour assurer une déconnexion complète dans les conditions de catégorie de surtension III.

NOTE 1 La déconnexion complète correspond à la séparation des contacts d'un pôle pour assurer l'équivalent de l'**isolation principale**, conformément à la CEI 61058-1, entre le réseau d'alimentation et les parties qui sont prévues pour être déconnectées.

NOTE 2 Les **tensions assignées de tenue aux chocs** pour les catégories de surtensions sont données dans le tableau 15.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

24.4 Les fiches et les prises de courant pour les circuits à **très basse tension**, et celles utilisées comme bornes de connexion pour les éléments chauffants, ne doivent pas être interchangeables avec les fiches et prises de courant citées dans la CEI 60083 ou la CEI 60906-1, ni avec les socles et les prises mobiles de connecteurs conformes aux feuilles de normes de la CEI 60320-1.

La vérification est effectuée par examen.

24.5 Les condensateurs des enroulements auxiliaires des moteurs doivent porter l'indication de leur tension assignée et de leur capacité assignée et doivent être utilisés conformément à ces marquages.

Les condensateurs incorporés dans des appareils pour lesquels le 30.2.3 est applicable et qui sont connectés de façon permanente en série avec un enroulement de moteur doivent être de la classe P1 ou P2 de la CEI 60252

*La vérification est effectuée par examen et par les essais appropriés. De plus, pour les condensateurs reliés en série avec l'enroulement d'un moteur, il est vérifié que, lorsque l'appareil est alimenté sous 1,1 fois la **tension assignée** et sous la charge minimale, la tension aux bornes du condensateur ne dépasse pas 1,1 fois sa tension assignée.*

24.6 La **tension de service** des moteurs raccordés directement au réseau d'alimentation et ayant une **isolation principale** inappropriée pour la **tension assignée** de l'appareil ne doit pas dépasser 42 V. De plus, ils doivent satisfaire aux prescriptions de l'annexe I.

La vérification est effectuée par des mesures et par les essais de l'annexe I.

25 Raccordement au réseau et câbles souples extérieurs

25.1 Les appareils autres que ceux destinés à être raccordés de façon permanente aux canalisations fixes doivent être munis de l'un des moyens de raccordement au réseau d'alimentation suivants:

- un **câble d'alimentation** muni d'une fiche de prise de courant;
- un socle de connecteur ayant au moins le même degré de protection contre l'humidité que celui requis pour l'appareil;
- des broches destinées à être introduites dans les socles de prises de courant.

La vérification est effectuée par examen.

25.2 Les appareils, autres que les **appareils fixes** conçus pour une alimentation multiple, ne doivent pas être munis de plusieurs moyens de raccordement au réseau d'alimentation. Les **appareils fixes** conçus pour une alimentation multiple peuvent être munis de plusieurs moyens de raccordement à condition que les circuits correspondants soient isolés convenablement les uns des autres.

NOTE 1 Par exemple, une alimentation multiple peut être prescrite pour des appareils alimentés avec des tarifs de jour et de nuit.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai suivant.

Une tension de 1 250 V de forme à peu près sinusoïdale et dont la fréquence est de 50 Hz ou 60 Hz est appliquée pendant 1 min, entre chaque moyen de raccordement au réseau d'alimentation.

NOTE 2 Cet essai peut être combiné avec celui de 16.3.

Au cours de l'essai, il ne doit se produire aucun claquage.

25.3 Les appareils destinés à être raccordés de façon permanente aux canalisations fixes doivent permettre le raccordement des conducteurs de l'alimentation après que l'appareil a été fixé à son support et doivent être munis de l'un des moyens de raccordement au réseau d'alimentation suivants:

- d'un ensemble de bornes permettant le raccordement des câbles des canalisations fixes de la section nominale spécifiée en 26.6;
- d'un ensemble de bornes permettant le raccordement d'un câble souple;

NOTE 1 Dans ce cas, il est permis de raccorder le **câble d'alimentation** avant que l'appareil soit fixé à son support. L'appareil peut être muni d'un câble souple.

- d'un ensemble de **conducteurs d'alimentation** placés dans un compartiment convenable;
- d'un ensemble de bornes et d'entrées pour câbles, d'entrées pour conduits, d'entrées défonçables ou de presse-étoupe, permettant le raccordement des types appropriés de câbles ou de conduits.

NOTE 2 Si un **appareil installé à poste fixe** est construit de façon telle que certaines parties peuvent être enlevées pour faciliter l'installation, la prescription est considérée comme satisfaite s'il est possible d'effectuer le raccordement aux canalisations fixes sans difficulté après qu'une partie de l'appareil a été fixée à son support. Dans ce cas, les parties susceptibles d'être enlevées seront construites de façon à faciliter le réassemblage sans risque d'assemblage incorrect ni de dommage aux canalisations ou aux bornes.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, en procédant aux raccordements appropriés.

25.4 Pour les appareils destinés à être raccordés de façon permanente aux canalisations fixes et dont le **courant assigné** ne dépasse pas 16 A, les entrées pour câbles ou conduits doivent être appropriées aux câbles ou conduits ayant un diamètre extérieur maximal indiqué dans le tableau 10.

Tableau 10 – Diamètre des câbles et conduits

Nombre de conducteurs y compris le conducteur de terre	Diamètre maximal mm	
	Câbles	Conduits ^a
2	13,0	16,0 (23,0)
3	14,0	16,0 (23,0)
4	14,5	20,0 (23,0)
5	15,5	20,0 (29,0)

^a Les diamètres entre parenthèses sont utilisés aux Etats-Unis et au Canada.

Les entrées pour conduits, les entrées pour câbles et les entrées défonçables doivent être conçues ou disposées de façon que l'introduction du conduit ou du câble ne réduise pas les **distances dans l'air** ni les **lignes de fuite** au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 29.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

25.5 Les câbles d'alimentation doivent être assemblés à l'appareil par l'une des méthodes suivantes:

- fixation du type X;
- fixation du type Y;
- fixation du type Z, si la partie 2 correspondante le permet.

Les fixations du type X, autres que celles ayant un câble spécialement préparé, ne doivent pas être utilisées pour des câbles à fil rosette.

La vérification est effectuée par examen.

25.6 Les fiches de prise de courant ne doivent pas être pourvues de plusieurs câbles souples.

Les câbles d'alimentation des appareils mobiles monophasés dont le courant assigné ne dépasse pas 16 A doivent comporter une fiche de prise de courant conforme aux feuilles de norme suivantes de la CEI 60083:1975 :

- pour les appareils de la classe I feuille de norme C2b, C3b ou C4
- pour les appareils de la classe II feuille de norme C5 ou C6.

La vérification est effectuée par examen.

25.7 Les câbles d'alimentation ne doivent pas être plus légers que

- les cordons sous tresse (dénomination 60245 IEC 51), si la partie 2 correspondante le permet;
- les câbles sous gaine ordinaire de caoutchouc (dénomination 60245 IEC 53);
- les câbles souples sous gaine ordinaire de polychloroprène (dénomination 60245 IEC 57) ;
- les câbles à fil rosette (dénomination 60227 IEC 41), si la partie 2 correspondante le permet;
- les câbles sous gaine légère de polychlorure de vinyle (dénomination 60227 IEC 52) pour les appareils dont la masse n'est pas supérieure à 3 kg;
- les câbles sous gaine ordinaire de polychlorure de vinyle (dénomination 60227 IEC 53) pour les appareils dont la masse est supérieure à 3 kg.

Lorsque des **câbles d'alimentation** ayant une flexibilité élevée sont utilisés, ils ne doivent pas être plus légers que

- les câbles sous gaine et enveloppe isolante de caoutchouc (dénomination 60245 IEC 86) ;
- les câbles sous gaine de PVC réticulé et enveloppe isolante de caoutchouc (dénomination 60245 IEC 87) ;
- les câbles sous gaine et enveloppe isolante de PVC réticulé (dénomination 60245 IEC 88).

NOTE Une valeur plus basse dans la dénomination du câble dans l'une des normes CEI 60227 ou CEI 60245 indique un type plus léger.

NOTE Z1 Les dénominations harmonisées correspondant aux dénominations de la CEI sont indiquées en Annexe ZD.

Les câbles sous gaine de polychlorure de vinyle ne doivent pas être utilisés pour les appareils ayant des parties métalliques externes dont l'échauffement est supérieur à 75 K pendant l'essai de l'article 11. Toutefois, ils peuvent être utilisés si

- l'appareil est construit de façon telle que le **câble d'alimentation** ne soit pas susceptible de toucher de telles parties métalliques en usage normal;
- le **câble d'alimentation** est approprié pour des températures supérieures. Dans ce cas, des **fixations du type Y** ou du **type Z** doivent être utilisées.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

25.8 Les conducteurs des **câbles d'alimentation** doivent avoir une section nominale qui ne soit pas inférieure à celle indiquée dans le tableau 11.

Tableau 11 – Section minimale des conducteurs

Courant assigné de l'appareil A	Section nominale mm ²
≤0,2	Câble à fil rosette ^a
>0,2 et ≤3	0,5 ^a
>3 et ≤6	0,75
>6 et ≤10	1
>10 et ≤16	1,5
>16 et ≤25	2,5
>25 et ≤32	4
>32 et ≤40	6
>40 et ≤63	10

^a Ces câbles ne peuvent être utilisés que si leur longueur, mesurée entre le point où le câble ou le protecteur de câble entre dans l'appareil et l'entrée dans la fiche de prise de courant, n'excède pas 2 m.

La vérification est effectuée par des mesures.

25.9 Les **câbles d'alimentation** ne doivent pas être au contact de parties pointues ou d'arêtes vives de l'appareil.

La vérification est effectuée par examen.

25.10 Le **câble d'alimentation** des **appareils de la classe I** doit comporter un conducteur vert/jaune relié à la borne de terre de l'appareil et au contact de terre de la fiche de prise de courant.

La vérification est effectuée par examen.

25.11 Les conducteurs des **câbles d'alimentation** ne doivent pas être renforcés par une soudure à l'étain s'ils sont soumis à une pression de contact, à moins que le dispositif de fixation ne soit construit de façon à éliminer tout risque de mauvais contact en raison d'un fluage à froid de la soudure.

NOTE 1 Il peut être satisfait à la prescription en utilisant des bornes élastiques. Le seul serrage des vis de fixation n'est pas considéré comme approprié.

NOTE 2 La soudure de l'extrémité d'un conducteur toronné est admise.

La vérification est effectuée par examen.

25.12 L'isolation des **câbles d'alimentation** ne doit pas être endommagée lors du moulage des câbles sur une partie de l'enveloppe de l'appareil.

La vérification est effectuée par examen.

25.13 Les orifices d'entrée pour les **câbles d'alimentation** doivent être construits de façon telle que la gaine du **câble d'alimentation** puisse être introduite sans risque de détérioration. A moins que l'enveloppe, à l'endroit de l'orifice d'entrée, ne soit en matière isolante, il doit être prévu un **revêtement non amovible** ou une **traversée non amovible**, conforme aux prescriptions de 29.3 pour l'**isolation supplémentaire**. Si le **câble d'alimentation** n'est pas sous gaine, une traversée ou un revêtement similaire additionnel est requis, sauf si l'appareil est un **appareil de la classe 0**.

La vérification est effectuée par examen.

25.14 Les appareils munis d'un **câble d'alimentation** et qui sont déplacés au cours du fonctionnement, doivent être construits de façon telle que le câble soit protégé correctement contre les flexions excessives à l'entrée de l'appareil.

NOTE 1 Ceci ne s'applique pas aux appareils comportant un enrouleur de câble automatique qui, eux, sont soumis à l'essai de 22.16.

La vérification est effectuée par l'essai suivant qui est réalisé sur un appareil ayant un membre oscillant identique à celui représenté à la figure 8.

*La partie de l'appareil comprenant l'orifice d'entrée de câble est fixée au membre oscillant de telle sorte que, lorsque le **câble d'alimentation** est au milieu de sa course, l'axe du câble à l'endroit où il pénètre dans le protecteur de câble ou la traversée soit vertical et passe par l'axe d'oscillation. L'axe principal de la section des câbles méplats doit être parallèle à l'axe d'oscillation.*

Le câble est chargé de façon telle que la force appliquée soit de

- 10 N pour les câbles ayant une section nominale supérieure à 0,75 mm²;
- 5 N pour les autres câbles.

La distance X, comme indiqué sur la figure 8, entre l'axe d'oscillation et le point où le câble ou le protecteur de câble pénètre dans l'appareil, est réglée de telle sorte que, lorsque le membre oscillant effectue toute sa course, le câble et la charge effectuent un mouvement latéral minimal.

*Le membre oscillant est mis en mouvement suivant un angle de 90° (45° de chaque côté de la verticale), le nombre de flexions étant de 20 000 pour les **fixations du type Z** et de 10 000 pour les autres fixations. La cadence des flexions est de 60 par minute.*

NOTE 2 Une flexion est un mouvement de 90°.

Le câble et les éléments associés, excepté les câbles méplats, sont soumis à une rotation d'un angle de 90° après que la moitié du nombre de flexions a été effectuée.

Pendant l'essai, les conducteurs sont alimentés sous la **tension assignée** et chargés avec le **courant assigné** de l'appareil.

NOTE 3 On ne fait passer aucun courant dans le conducteur de terre.

L'essai ne doit pas entraîner

- de court-circuit entre les conducteurs;
- de rupture de plus de 10 % des brins d'un conducteur;
- de séparation du conducteur de sa borne;
- de desserrage du dispositif de protection éventuel du câble;
- de détérioration du câble ou du dispositif de protection du câble qui pourrait compromettre la conformité à la présente norme;
- de perforation de l'isolation par des brins des conducteurs cassés telle que ceux-ci deviennent accessibles.

NOTE 4 Les conducteurs incluent les conducteurs de terre.

NOTE 5 Un court-circuit entre les conducteurs du câble est considéré comme s'étant produit si le courant atteint une valeur égale à deux fois le **courant assigné** de l'appareil.

25.15 Les appareils munis d'un **câble d'alimentation** et les appareils destinés à être raccordés de façon permanente aux canalisations fixes doivent être munis d'un dispositif d'arrêt. Le dispositif d'arrêt doit protéger les conducteurs contre les efforts de traction et de torsion aux bornes et protéger l'isolation des conducteurs contre l'abrasion.

Il ne doit pas être possible de repousser le câble à l'intérieur de l'appareil au point que le câble ou les parties internes de l'appareil puissent être endommagés.

La vérification est effectuée par examen, par un essai à la main et par l'essai suivant.

Une marque est faite sur le câble pendant qu'il est soumis à une force de traction de valeur indiquée dans le tableau 12, à une distance d'environ 20 mm du dispositif d'arrêt de traction ou de tout autre point de référence approprié.

Le câble est alors soumis à une traction pendant 1 s, sans secousse, avec la force spécifiée appliquée dans la direction la plus défavorable. L'essai est effectué 25 fois.

Le câble, à l'exception du câble d'un enrouleur de câble automatique, est alors soumis à un couple de torsion appliqué le plus près possible de l'appareil. Le couple spécifié dans le tableau 12 est appliqué pendant 1 min.

Tableau 12 – Force de traction et couple de torsion

Masse de l'appareil kg	Force de traction N	Couple Nm
≤1	30	0,1
>1 et ≤4	60	0,25
>4	100	0,35

Pendant les essais, le câble ne doit pas être endommagé et il ne doit pas y avoir de contrainte appréciable aux bornes. La force de traction est de nouveau appliquée et on ne doit pas constater de déplacement longitudinal du câble de plus de 2 mm.

25.16 Les dispositifs d'arrêt de traction pour les **fixations du type X** doivent être construits et placés de façon telle que

- le remplacement du câble puisse être effectué facilement;
- la façon de réaliser la protection contre la traction et contre la torsion soit claire;
- ils soient efficaces pour les différents types de **câbles d'alimentation** qui peuvent être raccordés, à moins que le câble soit un câble spécialement préparé;
- le câble ne puisse entrer en contact avec des vis de serrage de ces dispositifs, si ces vis sont accessibles, à moins qu'elles ne soient séparées des **parties métalliques accessibles** par au moins une **isolation supplémentaire**;
- le câble ne soit pas maintenu par une vis métallique qui appuie directement sur le câble;
- une partie au moins du dispositif soit fixée de façon sûre à l'appareil, à moins qu'il ne constitue une partie d'un câble spécialement préparé;
- les vis qui doivent être manœuvrées lors du remplacement du câble ne fixent pas d'autres composants. Toutefois, ceci n'est pas applicable si
 - après avoir retiré les vis, ou si le composant est remonté de façon incorrecte, l'appareil ne fonctionne plus ou est manifestement incomplet,
 - les parties destinées à être fixées par ces vis ne peuvent pas être enlevées sans l'aide d'un **outil** lors du remplacement du câble,
- si le parcours des labyrinthes peut ne pas être suivi, l'essai de 25.15 soit néanmoins satisfait;
- pour les **appareils de la classe 0**, les **appareils de la classe 0I** et les **appareils de la classe I**, ils soient en matière isolante ou munis d'une enveloppe isolante, à moins qu'un défaut de l'isolation du câble ne rende pas actives les **parties métalliques accessibles**;
- pour les **appareils de la classe II**, ils soient en matière isolante ou, s'ils sont en métal, ils soient isolés des **parties métalliques accessibles** par une **isolation supplémentaire**.

NOTE 1 Si le dispositif d'arrêt de traction pour une **fixation du type X** comporte un ou plusieurs organes de serrage auxquels la pression est appliquée au moyen d'écrous s'engageant sur des goujons fixés de façon sûre à l'appareil, le dispositif d'arrêt de traction est considéré comme ayant une partie fixée de façon sûre à l'appareil, même si l'organe de serrage peut être retiré des goujons.

NOTE 2 Si la pression sur l'organe de serrage est appliquée au moyen d'une ou plusieurs vis s'engageant soit dans des écrous séparés, soit dans un taraudage d'une partie intégrante de l'appareil, le dispositif d'arrêt de traction n'est pas considéré comme ayant une partie fixée de façon sûre à l'appareil. Ceci ne s'applique pas si l'un des organes de serrage est lui-même fixé à l'appareil ou si la surface de l'appareil est en matériau isolant et de forme telle qu'il est évident que cette surface constitue l'un des organes de serrage.

NOTE 3 Des exemples de construction acceptables et non acceptables de dispositifs d'arrêt de traction sont représentés à la figure 9.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai de 25.15 dans les conditions suivantes.

Les essais sont effectués avec le câble le plus léger admissible, de la plus petite section spécifiée dans le tableau 13, puis ensuite avec le câble plus fort le plus voisin ayant la plus grande section spécifiée. Toutefois, si l'appareil est muni d'un câble spécialement préparé, l'essai est effectué avec ce câble.

Les conducteurs sont mis en place dans les bornes et les vis éventuelles des bornes sont serrées juste assez pour que les conducteurs ne puissent pas aisément changer de position. Les vis de fixation du dispositif d'arrêt de traction sont serrées aux deux tiers du couple spécifié en 28.1.

Les vis en matière isolante qui portent directement sur le câble sont serrées aux deux tiers du couple spécifié dans la colonne I du tableau 14, la longueur de la rainure dans la tête de vis étant considérée comme diamètre nominal de la vis.

Après l'essai, les conducteurs ne doivent pas s'être déplacés de plus de 1 mm dans les bornes.

25.17 Pour les fixations du type Y et les fixations du type Z, le dispositif d'arrêt de traction doit être approprié.

La vérification est effectuée par l'essai de 25.15.

NOTE L'essai est exécuté avec le câble livré avec l'appareil.

25.18 Les dispositifs d'arrêt de traction doivent être disposés de manière à n'être accessibles qu'à l'aide d'un **outil** ou ils doivent être construits de façon telle que le câble ne puisse être raccordé qu'à l'aide d'un **outil**.

La vérification est effectuée par examen.

25.19 Pour les fixations du type X, des presse-étoupe ne doivent pas être utilisés dans les **appareils mobiles** comme dispositifs d'arrêt de traction. Il n'est pas permis d'attacher le câble par un nœud ni de fixer des extrémités avec une ficelle.

La vérification est effectuée par examen.

25.20 Les conducteurs isolés du **câble d'alimentation** pour les fixations du type Y et les fixations du type Z doivent être en outre isolés des **parties métalliques accessibles** par une **isolation principale** pour les **appareils de la classe 0**, les **appareils de la classe 0I** et les **appareils de la classe I** et par une **isolation supplémentaire** pour les **appareils de la classe II**. Cette isolation peut être assurée par la gaine du **câble d'alimentation** ou par tout autre moyen.

La vérification est effectuée par examen et par les essais appropriés.

25.21 L'espace réservé à la connexion des **câbles d'alimentation** pour fixation du type X, ou à la connexion des canalisations fixes, doit être construit de façon telle

- qu'il soit possible de vérifier que les conducteurs de l'alimentation sont correctement disposés et raccordés avant la mise en place d'un couvercle éventuel;
- qu'un couvercle éventuel puisse être mis en place sans risquer d'endommager les conducteurs ou leur isolation;
- que, pour les **appareils mobiles**, l'extrémité non isolée d'un conducteur, si elle se détache de la borne, ne puisse venir en contact avec les **parties métalliques accessibles**.

La vérification est effectuée par examen après avoir mis en place des câbles ou des câbles souples de la plus grande section spécifiée dans le tableau 13.

*Les **appareils mobiles** sont soumis à l'essai supplémentaire suivant sauf s'ils sont équipés de bornes à trou et que le **câble d'alimentation** est fixé à moins de 30 mm des bornes.*

NOTE Le **câble d'alimentation** peut être fixé par un dispositif d'arrêt de traction.

*Les vis ou les écrous de serrage sont desserrés successivement. Une force de 2 N est appliquée au conducteur dans n'importe quelle direction et près de la borne. La partie non isolée du conducteur ne doit pas venir en contact avec des **parties métalliques accessibles**.*

25.22 Les socles de connecteurs doivent

- être enfermés ou placés de façon telle qu'aucune **partie active** ne soit accessible lors de l'introduction ou de l'enlèvement de la prise mobile de connecteur;
- être placés de façon telle que la prise mobile de connecteur puisse être introduite sans difficulté;
- être placés de façon telle qu'après introduction de la prise mobile de connecteur, l'appareil ne soit pas supporté par cette prise lorsqu'il est dans n'importe quelle position en usage normal sur une surface plane;
- ne pas être des socles de connecteurs pour conditions froides si l'échauffement des parties métalliques externes de l'appareil dépasse 75 K pendant l'essai de l'article 11, à moins que le **câble d'alimentation** ne soit pas susceptible de toucher de telles parties métalliques en usage normal.

La vérification est effectuée par examen.

NOTE Les socles de connecteurs conformes à la CEI 60320-1 empêchent l'accès aux **parties actives** lors de l'introduction ou de l'enlèvement de la prise mobile de connecteur.

25.23 Les câbles d'interconnexion doivent être conformes aux prescriptions pour les câbles d'alimentation avec les exceptions suivantes:

- la section nominale des conducteurs des **câbles d'interconnexion** est déterminée sur la base du courant maximal transporté par le conducteur pendant l'essai de l'article 11 et non pas sur la base du **courant assigné** de l'appareil;
- l'épaisseur de l'isolation des conducteurs peut être réduite si la tension du conducteur est inférieure à la **tension assignée**.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et, si nécessaire, par des essais, tel que l'essai de rigidité diélectrique de 16.3.

25.24 Les câbles d'interconnexion ne doivent pas pouvoir être déconnectés sans l'aide d'un **outil** si la conformité à la présente norme est compromise lorsqu'ils sont déconnectés.

La vérification est effectuée par examen et si nécessaire par les essais correspondants.

25.25 Les dimensions des broches des appareils qui sont introduites dans les socles de prises de courant doivent être compatibles avec les dimensions des socles correspondants. Les dimensions des broches et de la face d'insertion doivent être conformes aux dimensions de la fiche correspondante donnée dans la CEI 60083.

La vérification est effectuée par des mesures.

26 Bornes pour conducteurs externes

26.1 Les appareils doivent être pourvus de bornes ou autres dispositifs aussi efficaces pour le raccordement des conducteurs externes. Les bornes ne doivent être accessibles qu'après avoir retiré un **couvercle non amovible**.

NOTE 1 Les bornes à vis conformes à la CEI 60998-2-1, les bornes sans vis conformes à la CEI 60998-2-2 et les organes de serrage conformes à la CEI 60999-1 sont considérés comme des dispositifs efficaces.

NOTE 2 Les bornes d'un composant tel qu'un interrupteur peuvent être utilisées comme bornes pour conducteurs externes si elles sont conformes aux prescriptions du présent article.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

26.2 Les appareils munis de **fixations du type X**, excepté ceux qui ont un câble spécialement préparé, et les appareils prévus pour être raccordés aux canalisations fixes

doivent être pourvus de bornes dans lesquelles les connexions sont assurées au moyen de vis, écrous ou dispositifs analogues, à moins que les connexions ne soient soudées.

Les vis et écrous ne doivent pas être utilisées pour fixer d'autres éléments mais peuvent toutefois également serrer des conducteurs internes si ceux-ci sont disposés de façon telle qu'ils ne soient pas susceptibles d'être déplacés lors du raccordement des conducteurs de l'alimentation.

Si des connexions soudées sont utilisées, le conducteur doit être positionné ou fixé de façon telle que son maintien en position ne dépende pas seulement de la soudure. Toutefois, la soudure seule peut être utilisée si des séparations sont prévues de façon telle que les **distances dans l'air** et les **lignes de fuite** entre les **parties actives** et les autres parties métalliques ne puissent pas être réduites au-dessous des valeurs spécifiées pour l'**isolation supplémentaire** si le conducteur s'échappe de la connexion soudée.

NOTE L'accrochage du conducteur dans un trou de la borne avant la soudure est considéré comme un moyen approprié pour maintenir en place un conducteur, autre qu'un fil rosette, à condition que le trou ne soit pas trop grand.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

26.3 Les bornes pour **fixation du type X** et celles pour le raccordement aux canalisations fixes doivent être construites de façon que le conducteur soit serré entre les surfaces métalliques avec une pression de contact suffisante mais sans endommager le conducteur.

Les bornes doivent être fixées de façon telle que, lorsqu'on serre ou desserre l'organe de serrage,

- la borne ne puisse prendre de jeu;
- les conducteurs internes ne soient pas soumis à des contraintes;
- les **distances dans l'air** et les **lignes de fuite** ne soient pas réduites au-dessous des valeurs spécifiées à l'article 29

NOTE 1 On peut éviter que les bornes ne prennent du jeu en les fixant à l'aide de deux vis, à l'aide d'une vis dans un logement de façon qu'il n'y ait pas de déplacement appréciable, ou par un autre dispositif approprié. L'emploi de matière de remplissage sans autre moyen de blocage n'est pas considéré comme suffisant. Des résines auto-durcissantes peuvent cependant être utilisées pour bloquer des bornes qui ne sont pas soumises à des efforts de torsion en usage normal.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai du paragraphe 8.6 de la CEI 60999-1, le couple appliqué étant égal aux deux tiers du couple spécifié.

NOTE 2 On considère comme endommagés des conducteurs présentant des entailles profondes ou des cisaillements.

26.4 Les bornes pour **fixations du type X**, excepté pour les **fixations du type X** ayant un câble spécialement préparé, et les bornes pour le raccordement aux canalisations fixes, ne doivent pas nécessiter une préparation spéciale des conducteurs. Elles doivent être construites ou disposées de façon telle que le conducteur ne puisse pas s'échapper lors du serrage des vis ou écrous.

La vérification est effectuée par examen des bornes et des conducteurs après l'essai de 26.3.

NOTE Le soudage des brins du conducteur, l'utilisation de cosses, d'œillets ou de dispositifs similaires, ne sont pas considérés comme satisfaisant à cette prescription, mais la remise en forme du conducteur avant son introduction dans la borne, ou le retoronnage des brins d'un conducteur pour en consolider l'extrémité sont admis.

26.5 Les bornes pour **fixation du type X** doivent être placées ou protégées de façon telle que, si un brin d'un conducteur vient à se décâbler lors du raccordement des conducteurs, il n'y ait pas de risque de contact accidentel avec d'autres parties susceptible d'entraîner un danger.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai suivant.

L'extrémité d'un conducteur souple ayant une section nominale spécifiée dans le tableau 11 est dépouillée de son enveloppe isolante sur une longueur de 8 mm. Un brin du conducteur est décâblé et les autres brins sont introduits complètement et serrés dans la borne. Le brin décâblé est plié, sans déchirer l'enveloppe isolante, dans toutes les directions possibles, mais sans angles vifs le long de cloisons.

NOTE L'essai est également appliqué aux conducteurs de terre.

Il ne doit pas y avoir de contact entre des **parties actives** et des **parties métalliques accessibles** et, pour les **parties de la classe II**, entre des **parties actives** et des parties métalliques séparées des **parties métalliques accessibles** par une **isolation supplémentaire** seulement.

26.6 Les bornes pour **fixation du type X** et celles pour raccordement aux canalisations fixes doivent permettre le raccordement de conducteurs ayant une section nominale indiquée dans le tableau 13. Toutefois, si un câble spécialement préparé est utilisé, les bornes doivent seulement être adaptées pour la connexion de ce câble.

Tableau 13 – Section nominale des conducteurs

Courant assigné de l'appareil A	Section nominale mm ²	
	Câbles souples	Câbles pour canalisations fixes
≤3	0,5 et 0,75	1 à 2,5
>3 et ≤6	0,75 et 1	1 à 2,5
>6 et ≤10	1 et 1,5	1 à 2,5
>10 et ≤16	1,5 et 2,5	1,5 à 4
>16 et ≤25	2,5 et 4	2,5 à 6
>25 et ≤32	4 et 6	4 à 10
>32 et ≤40	6 et 10	6 à 16
>40 et ≤63	10 et 16	10 à 25

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et en montant les câbles de la plus petite et de la plus forte section spécifiée.

26.7 Les bornes pour **fixation du type X** doivent être accessibles après avoir retiré un couvercle ou une partie de l'enveloppe.

La vérification est effectuée par examen.

26.8 Les bornes pour le raccordement aux canalisations fixes, y compris les bornes de terre, doivent être placées à proximité les unes des autres.

La vérification est effectuée par examen.

26.9 Les bornes à trou doivent être construites et placées de façon telle que l'extrémité d'un conducteur introduit dans le trou soit visible ou puisse dépasser le trou taraudé d'une longueur égale à la moitié du diamètre nominal de la vis avec un minimum de 2,5 mm.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

26.10 Les bornes à serrage à vis et les bornes sans vis ne doivent pas être utilisées pour le raccordement des conducteurs des câbles à fil rosette, à moins que les extrémités des conducteurs soient munies d'un dispositif approprié pour utilisation avec des bornes à vis.

La vérification est effectuée par examen et en appliquant une force de traction de 5 N à la connexion.

Après l'essai, la connexion ne doit présenter aucun dommage qui pourrait compromettre la conformité à la présente norme.

26.11 Pour les appareils munis de **fixations du type Y** ou du **type Z**, les connexions par soudage, avec ou sans apport de matière, brasage, sertissage ou procédés analogues peuvent être utilisées pour le raccordement des conducteurs externes. Pour les **appareils de la classe II**, les conducteurs doivent être placés ou fixés de façon telle que le maintien en position ne dépende pas seulement de la soudure ou du sertissage. Toutefois, ces méthodes peuvent être utilisées seules si des séparations sont prévues de façon telle que les **distances dans l'air** et les **lignes de fuite** entre les **parties actives** et les autres parties métalliques ne puissent pas être réduites au-dessous des valeurs spécifiées pour l'**isolation supplémentaire** si le conducteur s'échappe de la connexion soudée ou glisse de la connexion sertie.

NOTE 1 L'accrochage du conducteur dans un trou de la borne avant la soudure est considéré comme un moyen approprié pour maintenir en place un conducteur, autre qu'un fil rosette, à condition que le trou ne soit pas trop grand.

NOTE 2 Une fixation prévue près de la borne qui maintient à la fois les conducteurs du câble souple et leur enveloppe isolante est considérée comme étant une fixation supplémentaire convenable.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

27 Dispositions en vue de la mise à la terre

27.1 Les **parties métalliques accessibles** des **appareils de la classe 0I** et des **appareils de la classe I** qui peuvent être mises sous tension en cas de défaut d'isolement doivent être reliées en permanence et de façon sûre à une borne de terre placée à l'intérieur de l'appareil, ou au contact de terre du socle de connecteur.

Les bornes de terre et les contacts de terre ne doivent pas être connectés à la borne de neutre.

Les **appareils de la classe 0**, les **appareils de la classe II** et les **appareils de la classe III** ne doivent pas comporter de moyen de mise à la terre.

Les **circuits à très basse tension de sécurité** ne doivent pas être reliés à la terre sauf s'il s'agit de **circuits à très basse tension de protection**.

La vérification est effectuée par examen.

NOTE 1 Si des **parties métalliques accessibles** sont séparées des **parties actives** par des parties métalliques reliées à la borne de terre ou au contact de terre, elles ne sont pas considérées comme susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut d'isolement.

NOTE 2 Les parties métalliques qui se trouvent sous un couvercle décoratif qui ne satisfait pas à l'essai de l'article 21 sont considérées comme des **parties métalliques accessibles**.

27.2 Les organes de serrage des bornes de terre doivent être protégés efficacement contre le desserrage accidentel.

NOTE 1 En général, les constructions utilisées habituellement pour les bornes actives, autres que certaines bornes à trou, assurent une élasticité suffisante pour que cette prescription soit satisfaite. Pour d'autres

constructions, des dispositions spéciales, par exemple l'emploi d'une partie suffisamment élastique qui n'est pas susceptible d'être enlevée par inadvertance, peuvent être nécessaires.

Les bornes pour le raccordement aux conducteurs de liaison équipotentielle externes doivent permettre le raccordement de conducteurs ayant des sections nominales de 2,5 mm² à 6 mm² et ne doivent pas être utilisées pour assurer la continuité de terre entre les différentes parties de l'appareil. Il ne doit pas être possible de desserrer les conducteurs sans l'aide d'un outil.

NOTE 2 Le conducteur de terre dans le **câble d'alimentation** n'est pas considéré comme un conducteur de liaison équipotentielle.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

27.3 Pour les appareils munis de **câbles d'alimentation**, la disposition des bornes ou la longueur des conducteurs entre le dispositif d'arrêt de traction et les bornes doit être telle que les conducteurs actifs se tendent avant le conducteur de terre, si le câble sort de son dispositif d'arrêt de traction.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

27.4 Toutes les parties de la borne de terre prévue pour le raccordement des conducteurs externes doivent être telles qu'il n'y ait pas de risque de corrosion résultant du contact entre ces parties et le cuivre du conducteur de terre ou tout autre métal en contact avec ces parties.

Les parties assurant la continuité de terre autres que les parties d'une armature métallique ou d'une enveloppe métallique doivent être en métal ayant une résistance appropriée à la corrosion. Si ces parties sont en acier, les surfaces principales doivent avoir un revêtement électro-plaqué d'une épaisseur d'au moins 5 µm.

NOTE 1 Les parties en cuivre ou en alliage de cuivre contenant au moins 58 % de cuivre pour les parties qui sont travaillées à froid et au moins 50 % de cuivre pour les autres parties, de même que les parties en acier inoxydable contenant au moins 13 % de chrome, sont considérées comme présentant une résistance suffisante à la corrosion.

NOTE 2 Les surfaces principales des parties en acier sont, en particulier, celles susceptibles de transmettre un courant de défaut. En évaluant ces surfaces, l'épaisseur du revêtement en fonction de la forme de la partie sera prise en compte. En cas de doute, l'épaisseur du revêtement est mesurée comme indiqué dans l'ISO 2178 ou dans l'ISO 1463.

Les parties en acier revêtu ou non qui sont prévues uniquement pour assurer ou transmettre une pression de contact doivent être protégées de façon appropriée contre la rouille.

NOTE 3 Des exemples de parties assurant la continuité de terre et de parties qui sont destinées seulement à assurer ou transmettre la pression de contact sont représentés à la figure 10.

NOTE 4 Les parties ayant subi un traitement tel qu'une chromatisation ne sont en général pas considérées comme étant protégées de façon appropriée contre la corrosion, mais elles peuvent être utilisées pour assurer ou transmettre la pression de contact.

Si le corps de la borne de terre fait partie intégrante d'une armature ou d'une enveloppe en aluminium ou en alliage d'aluminium, des précautions doivent être prises pour éviter le risque de corrosion résultant du contact entre le cuivre et l'aluminium ou ses alliages.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

27.5 La connexion entre la borne de terre ou le contact de terre et les parties métalliques reliées à la terre doit être de faible résistance.

Si les **distances dans l'air de l'isolation principale** d'un **circuit à très basse tension de protection** sont basées sur la **tension assignée** de l'appareil, cette prescription ne s'applique pas aux connexions qui assurent la continuité de la mise à la terre dans le **circuit à très basse tension de protection**.

La vérification est effectuée par l'essai suivant.

On fait passer, de la borne de terre ou du contact de terre, successivement à chacune des **parties métalliques accessibles**, un courant fourni par une source dont la tension à vide ne dépasse pas 12 V (alternatif ou continu), et égal à 1,5 fois le **courant assigné** de l'appareil ou 25 A, suivant la valeur la plus grande.

La chute de tension est mesurée entre la borne de terre de l'appareil ou le contact de terre du connecteur et la **partie métallique accessible**. La résistance calculée à partir du courant et de cette chute de tension ne doit pas dépasser 0,1 Ω .

NOTE 1 En cas de doute, l'essai est effectué jusqu'à l'établissement des conditions de régime.

NOTE 2 La résistance du **câble d'alimentation** n'est pas comprise dans la mesure.

NOTE 3 On prendra soin de s'assurer que la résistance de contact entre l'extrémité du calibre de mesure et la partie métallique en essai n'influence pas les résultats de l'essai.

27.6 Les pistes conductrices des cartes de circuits imprimés ne doivent pas être utilisées pour assurer la continuité de terre des **appareils portatifs**. Elles peuvent être utilisées pour assurer la continuité de terre des autres appareils si

- au moins deux pistes sont utilisées avec des points de soudure indépendants et si l'appareil satisfait aux prescriptions de 27.5 pour chacun des circuits;
- le matériau des cartes de circuits imprimés satisfait à la CEI 60249-2-4 ou à la CEI 60249-2-5.

La vérification est effectuée par examen et par les essais correspondants.

28 Vis et connexions

28.1 Les fixations dont la défaillance peut compromettre la conformité à la présente norme, les connexions électriques et les connexions assurant la continuité de terre doivent supporter les contraintes mécaniques intervenant en usage normal.

Les vis utilisées à ces fins ne doivent pas être en métal tendre ou sujet au fluage, tel que le zinc ou l'aluminium. Si elles sont en matière isolante, elles doivent avoir un diamètre nominal d'au moins 3 mm et elles ne doivent être utilisées pour aucune connexion électrique ni aucune connexion assurant la continuité de terre.

Les vis utilisées pour les connexions électriques ou pour les connexions assurant la continuité de terre doivent se visser dans du métal.

Les vis ne doivent pas être en matière isolante si leur remplacement par une vis métallique peut altérer l'**isolation supplémentaire** ou l'**isolation renforcée**. Les vis qui peuvent être enlevées lors du remplacement d'un **câble d'alimentation avec fixation du type X** ou de toute autre opération d'**entretien par l'utilisateur** ne doivent pas être en matière isolante si leur remplacement par une vis métallique peut altérer l'**isolation principale**.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai suivant.

Les vis et les écrous sont soumis à l'essai si

- ils sont utilisés pour des connexions électriques;
- ils sont utilisés pour des connexions assurant la continuité de terre, sauf si au moins deux vis ou écrous sont utilisés;
- ils sont susceptibles d'être serrés
 - pendant une opération d'**entretien par l'utilisateur**,
 - lors du remplacement d'un **câble d'alimentation avec fixation du type X**,
 - pendant l'installation.

Les vis et les écrous sont serrés et desserrés sans à-coups:

- 10 fois pour les vis s'engageant dans un filetage en matière isolante;
- 5 fois pour les écrous et les autres vis.

Les vis s'engageant dans un filetage en matière isolante sont chaque fois retirées complètement et engagées à nouveau.

Pour l'essai des vis et écrous des bornes, un câble ou un câble souple de la plus forte section spécifiée dans le tableau 13 est placé dans la borne. Il est remis en place après chaque serrage.

L'essai est effectué à l'aide d'un tournevis ou d'une clef appropriés et en appliquant le couple de torsion indiqué dans le tableau 14.

La colonne I est applicable aux vis métalliques sans tête qui ne font pas saillie par rapport à l'écrou après serrage complet.

La colonne II est applicable

- aux autres vis métalliques et aux écrous;
- aux vis en matière isolante
 - à tête hexagonale dont le diamètre du cercle inscrit dépasse le diamètre extérieur du filetage,
 - à tête cylindrique avec un évidement dont le diamètre du cercle circonscrit dépasse le diamètre extérieur du filetage,
 - à tête à fente simple ou en croix, ayant une longueur dépassant 1,5 fois le diamètre extérieur du filetage.

La colonne III est applicable aux autres vis en matière isolante.

Tableau 14 – Couple pour l'essai des vis et des écrous

Diamètre nominal de la vis (diamètre extérieur du filet) mm	Couple de torsion Nm		
	I	II	III
≤2,8	0,2	0,4	0,4
>2,8 et ≤3,0	0,25	0,5	0,5
>3,0 et ≤3,2	0,3	0,6	0,5
>3,2 et ≤3,6	0,4	0,8	0,6
>3,6 et ≤4,1	0,7	1,2	0,6
>4,1 et ≤4,7	0,8	1,8	0,9
>3,7 et ≤5,3	0,8	2,0	1,0
>5,3	–	2,5	1,25

On ne doit constater aucune détérioration qui nuirait à l'emploi ultérieur des assemblages ou des connexions.

28.2 Les connexions électriques et les connexions assurant la continuité de terre doivent être réalisées de façon telle que la pression de contact ne se transmette pas par l'intermédiaire de matériaux isolants qui sont susceptibles de se contracter ou de se déformer, sauf si un retrait éventuel ou une déformation de la matière isolante est susceptible d'être compensé par une élasticité suffisante des parties métalliques.

NOTE La céramique n'est pas susceptible de se contracter ou de se déformer.

Cette prescription n'est pas applicable aux connexions électriques des circuits transportant un courant ne dépassant pas 0,5 A.

La vérification est effectuée par examen.

28.3 Les vis à tête (à gros filet) ne doivent être utilisées pour les connexions électriques que si elles serrent les connexions ensemble.

Les vis auto-taraudeuses ne doivent être utilisées pour les connexions électriques que si elles donnent naissance à un filetage normal. Ces vis ne doivent pas être utilisées si elles sont susceptibles d'être manoeuvrées par l'utilisateur ou l'installateur, à moins que le filetage ne soit formé par repoussage.

Les vis auto-taraudeuses et les vis à tête peuvent être utilisées pour assurer la continuité de terre, à condition qu'il ne soit pas nécessaire, en usage normal, de déplacer la connexion et que deux vis au moins soient utilisées pour chaque connexion.

La vérification est effectuée par examen.

28.4 Les vis et les écrous qui assurent une liaison mécanique entre différentes parties de l'appareil doivent être protégés contre le desserrage s'ils assurent également une connexion électrique ou s'ils assurent la continuité de terre.

NOTE 1 Cette prescription ne s'applique pas aux vis du circuit de terre si au moins deux vis sont utilisées pour la connexion ou si un circuit de terre de remplacement est prévu.

NOTE 2 Des rondelles élastiques, des rondelles frein, des vis avec système de freinage cranté constituent des moyens susceptibles d'offrir une protection suffisante.

NOTE 3 L'utilisation de matière de remplissage qui se ramollit sous l'influence de la chaleur ne protège efficacement contre le desserrage que les connexions à vis qui ne sont pas soumises à des efforts de torsion en usage normal.

Les rivets utilisés pour des connexions électriques ou pour des connexions assurant la continuité de terre doivent être protégés contre le desserrage, si ces connexions sont soumises à des efforts de torsion en usage normal.

NOTE 4 Cette prescription n'implique pas qu'il soit nécessaire d'utiliser plusieurs rivets pour assurer la continuité de terre.

NOTE 5 L'utilisation d'un axe non cylindrique ou d'une encoche appropriée peut être suffisante.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

29 Distances dans l'air, lignes de fuite et isolation solide

Les appareils doivent être construits de façon telle que les **distances dans l'air**, les **lignes de fuite** et l'isolation solide soient appropriées pour supporter les contraintes électriques auxquelles l'appareil est susceptible d'être soumis.

La vérification est effectuée par les prescriptions et les essais de 29.1 à 29.3.

Si des revêtements sont utilisés sur les cartes de circuits imprimés pour protéger le micro-environnement ou pour fournir l'**isolation principale**, l'annexe J s'applique.

NOTE 1 Les prescriptions et les essais sont basés sur la CEI 60664-1 dans laquelle des informations complémentaires peuvent être trouvées.

NOTE 2 L'évaluation des **distances dans l'air**, des **lignes de fuite** et de l'isolation solide est effectuée séparément.

29.1 Les distances dans l'air ne doivent pas être inférieures aux valeurs spécifiées dans le tableau 16, en tenant compte de la **tension assignée de tenue aux chocs** pour les catégories de surtensions du tableau 15. Toutefois, elles peuvent être plus petites pour l'**isolation principale** et pour l'**isolation fonctionnelle** si la **distance dans l'air** satisfait à l'essai de tension de choc de l'article 14. Cet essai n'est applicable que si la construction est telle qu'il n'y ait aucune probabilité que les distances soient affectées par la déformation, par l'usure, par le déplacement des parties ou au cours de l'assemblage.

NOTE 1 Comme exemples de constructions pour lesquelles l'essai peut être applicable, on peut citer celles comportant des parties rigides ou des parties maintenues en place par moulage.

Comme exemples de constructions où les distances sont susceptibles d'être affectées, on peut citer celles liées à des soudures, à des bornes à encliquetage et à des bornes à vis, et les **distances dans l'air** des enroulements des moteurs.

Les appareils sont dans la catégorie de surtension II.

NOTE 2 Si un circuit est spécialement protégé par un dispositif à l'intérieur de l'appareil, tel qu'un dispositif de protection contre les surtensions conforme à la CEI 61643-1, la catégorie de surtension I peut être applicable.

NOTE 3 L'annexe K donne des informations concernant les catégories de surtensions.

Tableau 15 – Tension assignée de tenue aux chocs

Tension assignée V	Tension assignée de tenue aux chocs V		
	Catégorie de surtension		
	I	II	III
≤50	330	500	800
>50 et ≤150	800	1 500	2 500
>150 et ≤300	1 500	2 500	4 000

NOTE 1 Pour les appareils polyphasés, la tension entre phase et neutre ou entre phase et terre est utilisée comme **tension assignée**.

NOTE 2 Les valeurs sont basées sur l'hypothèse que l'appareil ne génère pas de surtensions supérieures à celles spécifiées. Si des surtensions supérieures sont générées, les **distances dans l'air** doivent être augmentées en conséquence.

Des **distances dans l'air** inférieures à celles spécifiées dans le tableau 16 ne sont pas admises pour l'**isolation principale** des **appareils de la classe 0** et des **appareils de la classe 01**, ou si le degré de pollution 3 est applicable.

Tableau 16 – Distances dans l'air minimales

Tension assignée de tenue aux chocs V	Distance dans l'air minimale ^a mm
330	0,5 ^b
500	0,5 ^b
800	0,5 ^b
1 500	1,0 ^c
2 500	2,0 ^c
4 000	3,5 ^c
6 000	6,0 ^c
8 000	8,5 ^c
10 000	11,5 ^c

^a Les distances spécifiées ne s'appliquent que dans l'air.

^b Les **distances dans l'air** plus petites spécifiées dans la CEI 60664-1 n'ont pas été adoptées pour des raisons pratiques, telles que les tolérances de la production en série.

^c Les valeurs de la CEI 60664-1 ont été augmentées de 0,5 mm pour permettre toute réduction possible au cours de la durée de vie de l'appareil.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

Les parties, telles que les écrous de forme hexagonale qui peuvent être serrés dans différentes positions pendant l'assemblage, et les parties mobiles, sont placées dans la position la plus défavorable.

*Lorsqu'on effectue la mesure, une force est appliquée aux conducteurs nus, autres que ceux des éléments chauffants, et aux **surfaces accessibles** pour essayer de réduire les **distances dans l'air**. La force est de*

- 2 N pour les conducteurs nus;
- 30 N pour les **surfaces accessibles**.

La force est appliquée au moyen du calibre d'essai B de la CEI 61032. Les ouvertures sont considérées comme étant recouvertes d'une pièce de métal plat.

NOTE 4 La façon de mesurer les **distances dans l'air** est spécifiée dans la CEI 60664-1.

NOTE 5 La procédure pour évaluer les **distances dans l'air** est donnée à l'annexe L.

29.1.1 Les distances dans l'air de l'isolation principale doivent être suffisantes pour supporter les surtensions susceptibles de se produire en utilisation, en tenant compte de la **tension assignée de tenue aux chocs**. Les valeurs du tableau 16 sont applicables.

NOTE Les surtensions peuvent provenir de sources extérieures ou être dues à des commutations.

Les **distances dans l'air** aux bornes des éléments chauffants tubulaires blindés peuvent être réduites à 1,0 mm si le micro environnement a un degré de pollution 1.

Les conducteurs vernis des enroulements sont considérés comme étant des conducteurs nus, mais les **distances dans l'air** spécifiées dans le tableau 16 sont réduites de 0,5 mm pour les **tensions assignées de tenue aux chocs** d'au moins 1 500 V.

La vérification est effectuée par des mesures.

29.1.2 Les **distances dans l'air** de l'**isolation supplémentaire** ne doivent pas être inférieures à celles spécifiées pour l'**isolation principale** dans le tableau 16.

La vérification est effectuée par des mesures.

29.1.3 Les **distances dans l'air** de l'**isolation renforcée** ne doivent pas être inférieures à celles spécifiées pour l'**isolation principale** dans le tableau 16, mais en prenant comme référence le niveau immédiatement supérieur de **tension assignée de tenue aux chocs**.

NOTE Pour la **double isolation**, lorsqu'il n'y a pas de partie conductrice intermédiaire entre l'**isolation principale** et l'**isolation supplémentaire**, les **distances dans l'air** sont mesurées entre les **parties actives** et la **surface accessible**, et le système d'isolation est traité comme une **isolation renforcée**, comme représenté à la figure 11.

La vérification est effectuée par des mesures.

29.1.4 Pour l'**isolation fonctionnelle**, les valeurs du tableau 16 sont applicables. Toutefois, les **distances dans l'air** ne sont pas spécifiées si l'appareil satisfait à l'article 19 avec l'**isolation fonctionnelle** court-circuitée. Les **distances dans l'air** ne sont pas mesurées aux points de croisement des conducteurs vernis.

Les **distances dans l'air** entre les surfaces des **éléments chauffants CTP** peuvent être réduites à 1 mm.

Les conducteurs vernis des enroulements sont considérés comme étant des conducteurs nus, mais les **distances dans l'air** spécifiées dans le tableau 16 sont réduites de 0,5 mm pour les **tensions assignées de tenue aux chocs** d'au moins 1 500 V.

La vérification est effectuée par des mesures et par un essai si nécessaire.

29.1.5 Pour les appareils ayant des **tensions de service** supérieures à la **tension assignée**, par exemple dans le circuit secondaire d'un transformateur élévateur de tension ou en cas de tension de résonance, la tension utilisée pour déterminer les **distances dans l'air** à partir du tableau 16 doit être la somme de la **tension assignée de tenue aux chocs** et de la différence entre la valeur crête de la **tension de service** et la valeur crête de la **tension assignée**.

NOTE 1 Les **distances dans l'air** pour des valeurs intermédiaires du tableau 16 peuvent être déterminées par interpolation.

NOTE 2 Si la tension pour déterminer la **distance dans l'air** est supérieure à 10 000 V, les valeurs du cas A pour les **distances dans l'air** indiquées dans le tableau 2 de la CEI 60664-1 sont applicables. Toutefois, elles sont augmentées de 0,5 mm, la valeur immédiatement supérieure de la tension de tenue aux chocs prescrite dans le tableau étant utilisée.

Si l'enroulement secondaire d'un transformateur abaisseur de tension est relié à la terre, ou si un écran entre les enroulements primaire et secondaire est relié à la terre, les **distances dans l'air** de l'**isolation principale** du côté secondaire ne doivent pas être inférieures à celles spécifiées dans le tableau 16, mais en prenant comme référence le niveau immédiatement inférieur de **tension assignée de tenue aux chocs**.

NOTE 3 Si on utilise un transformateur de séparation des circuits sans écran de protection relié la terre ou sans secondaire relié à la terre, la réduction de **tension assignée de tenue aux chocs** n'est pas autorisée.

Pour les circuits alimentés sous une tension inférieure à la **tension assignée**, par exemple dans le circuit secondaire d'un transformateur, les **distances dans l'air** de l'**isolation fonctionnelle** sont basées sur la **tension de service**, qui est utilisée comme la **tension assignée** du tableau 15.

La vérification est effectuée par des mesures.

29.2 Les appareils doivent être construits de façon telle que les **lignes de fuite** ne soient pas inférieures à celles qui sont appropriées pour la **tension de service**, en tenant compte du groupe de matériau et du degré de pollution.

NOTE 1 La **tension de service** des parties reliées au neutre est la même que celle des parties reliées à la phase.

Le degré de pollution 2 s'applique sauf si

- des précautions ont été prises pour protéger l'isolation, auquel cas le degré de pollution 1 s'applique;
- l'isolation est soumise à une pollution conductrice, auquel cas le degré de pollution 3 s'applique.

NOTE 2 Une explication des degrés de pollution est donnée à l'annexe M.

La vérification est effectuée par des mesures.

NOTE 3 La façon de mesurer les **lignes de fuite** est spécifiée dans la CEI 60664-1.

Les parties, telles que les écrous de forme hexagonale qui peuvent être serrés dans différentes positions pendant l'assemblage, et les parties mobiles, sont placées dans la position la plus défavorable.

*Lorsqu'on effectue la mesure, une force est appliquée aux conducteurs nus, autres que ceux des éléments chauffants, et aux **surfaces accessibles**, pour essayer de réduire les **lignes de fuite**. La force est de*

- 2 N pour les conducteurs nus;
- 30 N pour les **surfaces accessibles**.

La force est appliquée au moyen du calibre d'essai B de la CEI 61032.

La relation entre le groupe de matériau et les valeurs de l'indice de résistance au cheminement (IRC), selon le paragraphe 2.7.1.3 de la CEI 60664-1, est comme indiqué ci-dessous :

- groupe de matériau I: $600 \leq IRC$;
- groupe de matériau II: $400 \leq IRC < 600$;
- groupe de matériau IIIa: $175 \leq IRC < 400$;
- groupe de matériau IIIb: $100 \leq IRC < 175$.

Ces valeurs IRC sont obtenues conformément à la CEI 60112 en utilisant la solution A. Si la valeur IRC du matériau est inconnue, un essai pour déterminer l'indice de tenue au cheminement (ITC), conformément à l'annexe N, est effectué aux valeurs IRC spécifiées, pour établir le groupe de matériau.

NOTE 4 L'essai pour déterminer l'indice de résistance au cheminement (IRC), conformément à la CEI 60112, est conçu pour comparer le comportement de divers matériaux isolants placés dans certaines conditions d'essai, à savoir, des gouttes d'un liquide aqueux contaminant qui tombent sur une surface horizontale pour provoquer une conduction électrolytique. Cet essai donne une comparaison qualitative mais, dans le cas où les matériaux isolants ont tendance à former des cheminements, il peut également donner une comparaison quantitative, c'est-à-dire l'indice de résistance au cheminement.

NOTE 5 La procédure pour évaluer les **lignes de fuite** est donnée à l'annexe L.

29.2.1 Les **lignes de fuite** pour l'**isolation principale** ne doivent pas être inférieures à celles spécifiées dans le tableau 17.

Sauf pour le degré de pollution 1, si l'essai de l'article 14 a été utilisé pour vérifier une **distance dans l'air** particulière, la **ligne de fuite** correspondante ne doit pas être inférieure à la dimension minimale spécifiée pour la **distance dans l'air** du tableau 16.

Tableau 17 – Lignes de fuite minimales pour l'isolation principale

Tension de service V	Ligne de fuite mm Degré de pollution						
	1	2			3		
		Groupe de matériau			Groupe de matériau		
		I	II	IIIa/IIIb	I	II	IIIa/IIIb
≤50	0,2	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9 ^a
>50 et ≤125	0,3	0,8	1,1	1,5	1,9	2,1	2,4
>125 et ≤250	0,6	1,3	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0
>250 et ≤400	1,0	2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
>400 et ≤500	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0
>500 et ≤800	1,8	3,2	4,5	6,3	8,0	9,0	10,0
>800 et ≤1 000	2,4	4,0	5,6	8,0	10,0	11,0	12,5
>1 000 et ≤1 250	3,2	5,0	7,1	10,0	12,5	14,0	16,0
>1 250 et ≤1 600	4,2	6,3	9,0	12,5	16,0	18,0	20,0
>1 600 et ≤2 000	5,6	8,0	11,0	16,0	20,0	22,0	25,0
>2 000 et ≤2 500	7,5	10,0	14,0	20,0	25,0	28,0	32,0
>2 500 et ≤3 200	10,0	12,5	18,0	25,0	32,0	36,0	40,0
>3 200 et ≤4 000	12,5	16,0	22,0	32,0	40,0	45,0	50,0
>4 000 et ≤5 000	16,0	20,0	28,0	40,0	50,0	56,0	63,0
>5 000 et ≤6 300	20,0	25,0	36,0	50,0	63,0	71,0	80,0
>6 300 et ≤8 000	25,0	32,0	45,0	63,0	80,0	90,0	100,0
>8 000 et ≤10 000	32,0	40,0	56,0	80,0	100,0	110,0	125,0
>10 000 et ≤12 500	40,0	50,0	71,0	100,0	125,0	140,0	160,0

NOTE 1 Les conducteurs vernis des enroulements sont considérés comme étant des conducteurs nus, mais les **lignes de fuite** n'ont pas besoin d'être supérieures aux **distances dans l'air** associées spécifiées dans le tableau 16 en tenant compte du 29.1.1.

NOTE 2 Pour le verre, la céramique et autres matériaux isolants non organiques qui ne forment pas de cheminement, les **lignes de fuite** n'ont pas besoin d'être supérieures aux **distances dans l'air** associées.

NOTE 3 Sauf pour les circuits reliés au secondaire d'un transformateur de séparation des circuits, la **tension de service** est considérée comme n'étant pas inférieure à la **tension assignée** de l'appareil.

^a Le groupe de matériau IIIb est autorisé si la **tension de service** ne dépasse pas 50 V.

La vérification est effectuée par des mesures.

29.2.2 Les **lignes de fuite** pour l'**isolation supplémentaire** doivent être au moins égales aux valeurs spécifiées pour l'**isolation principale** dans le tableau 17.

NOTE Les notes 1 et 2 du tableau 17 ne s'appliquent pas.

La vérification s'effectue par des mesures.

29.2.3 Les **lignes de fuite** pour l'**isolation renforcée** doivent être au moins égales au double des valeurs spécifiées pour l'**isolation principale** dans le tableau 17.

NOTE Les notes 1 et 2 du tableau 17 ne s'appliquent pas.

La vérification est effectuée par des mesures.

29.2.4 Les **lignes de fuite** pour l'**isolation fonctionnelle** ne doivent pas être inférieures à celles spécifiées dans le tableau 18. Toutefois, les **lignes de fuite** peuvent être réduites si l'appareil est conforme à l'article 19 avec l'**isolation fonctionnelle** court-circuitée.

Tableau 18 – Lignes de fuite minimales pour l'isolation fonctionnelle

Tension de service V	Ligne de fuite mm Degré de pollution						
	1	2			3		
		Groupe de matériau			Groupe de matériau		
		I	II	IIIa/IIIb	I	II	IIIa/IIIb
≤50	0,2	0,6	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8 ^a
>50 et ≤125	0,3	0,7	1,0	1,4	1,8	2,0	2,2
>125 et ≤250	0,4	1,0	1,4	2,0	2,5	2,8	3,2
>250 et ≤400 ^b	0,8	1,6	2,2	3,2	4,0	4,5	5,0
>400 et ≤500	1,0	2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
>500 et ≤800	1,8	3,2	4,5	6,3	8,0	9,0	10,0
>800 et ≤1 000	2,4	4,0	5,6	8,0	10,0	11,0	12,5
>1 000 et ≤1 250	3,2	5,0	7,1	10,0	12,5	14,0	16,0
>1 250 et ≤1 600	4,2	6,3	9,0	12,5	16,0	18,0	20,0
>1 600 et ≤2 000	5,6	8,0	11,0	16,0	20,0	22,0	25,0
>2 000 et ≤2 500	7,5	10,0	14,0	20,0	25,0	28,0	32,0
>2 500 et ≤3 200	10,0	12,5	18,0	25,0	32,0	36,0	40,0
>3 200 et ≤4 000	12,5	16,0	22,0	32,0	40,0	45,0	50,0
>4 000 et ≤5 000	16,0	20,0	28,0	40,0	50,0	56,0	63,0
>5 000 et ≤6 300	20,0	25,0	36,0	50,0	63,0	71,0	80,0
>6 300 et ≤8 000	25,0	32,0	45,0	63,0	80,0	90,0	100,0
>8 000 et ≤10 000	32,0	40,0	56,0	80,0	100,0	110,0	125,0
>10 000 et ≤12 500	40,0	50,0	71,0	100,0	125,0	140,0	160,0

NOTE 1 Pour les **éléments chauffants CTP**, les **lignes de fuite** sur la surface du matériau CTP n'ont pas besoin d'être supérieures aux **distances dans l'air** associées pour les **tensions de service** inférieures à 250 V et pour les degrés de pollution 1 et 2. Toutefois, les **lignes de fuite** entre les bornes sont celles spécifiées dans le tableau.

NOTE 2 Pour le verre, la céramique et autres matériaux isolants non organiques qui ne forment pas de cheminement, les **lignes de fuite** n'ont pas besoin d'être supérieures aux **distances dans l'air** associées.

^a Le groupe de matériau IIIb est autorisé si la **tension de service** ne dépasse pas 50 V.

^b La **tension de service** entre phases pour les appareils ayant une **tension assignée** dans la plage de 380 V à 415 V est > 250 V et ≤ 400 V.

La vérification est effectuée par des mesures.

29.3 L'isolation solide doit avoir une épaisseur minimale de 1 mm pour l'**isolation supplémentaire** et de 2 mm pour l'**isolation renforcée**.

NOTE 1 Ceci n'implique pas que l'épaisseur soit constituée uniquement d'isolation solide. L'isolation peut être constituée de matériau solide plus une ou plusieurs couches d'air.

Cette prescription n'est pas applicable

- pour l'**isolation supplémentaire**, si cette isolation est constituée de deux couches au moins, à condition que chacune des couches satisfasse à l'essai de rigidité diélectrique de 16.3;
- pour l'**isolation renforcée**, si cette isolation est constituée de trois couches au moins, à condition que deux de ces trois couches satisfassent ensemble à l'essai de rigidité diélectrique de 16.3.

Dans ce cas, les couches ne doivent être ni en mica ni en matériau lamellé analogue.

NOTE 2 Les couches peuvent être collées ensemble pour autant qu'il soit possible de les essayer séparément avant collage.

Cette prescription n'est pas applicable non plus pour une isolation non accessible

- si l'échauffement maximal déterminé pendant les essais de l'article 19 ne dépasse pas la valeur spécifiée en 11.8,

ou

- si l'isolation, après avoir été conditionnée pendant 168 h dans une étuve maintenue à une température dépassant de 50 K l'échauffement maximal déterminé pendant les essais de l'article 19, satisfait à l'essai de rigidité diélectrique de 16.3. Pour les optocoupleurs, le conditionnement est effectué à une température dépassant de 50 K l'échauffement maximal mesuré sur l'optocoupleur pendant les essais des articles 11 ou 19. L'essai de rigidité diélectrique est effectué sur l'isolation à la température de l'étuve ainsi qu'après refroidissement à approximativement la température ambiante.

La vérification est effectuée par examen et par des essais.

30 Résistance à la chaleur et au feu

30.1 Les parties externes en matériau non métallique, les parties en matière isolante supportant des **parties actives**, y compris les connexions, et les parties en matériau thermoplastique assurant une **isolation supplémentaire** ou une **isolation renforcée**, dont la détérioration pourrait compromettre la conformité de l'appareil à la présente norme, doivent être suffisamment résistantes à la chaleur.

Cette prescription ne s'applique ni à l'isolation ni à la gaine des câbles souples ou des conducteurs internes.

La vérification est effectuée en soumettant la partie considérée à l'essai à la bille de la CEI 60695-10-2.

L'essai est effectué à une température de $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ augmentée de la valeur de l'échauffement maximal déterminé au cours de l'essai de l'article 11, mais elle doit être au moins égale à

- $75\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pour les parties externes;
- $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pour les parties supportant des **parties actives**.

Toutefois, pour les parties en matière thermoplastique assurant une **isolation supplémentaire** ou une **isolation renforcée**, l'essai est effectué à une température de $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ augmentée de la valeur de l'échauffement maximal déterminé au cours des essais de l'article 19, si cela conduit à une température plus élevée. Les échauffements de 19.4 ne sont pas pris en considération si l'essai s'est terminé par le fonctionnement d'un **dispositif de protection sans réarmement automatique** dont le réarmement nécessite l'utilisation d'un **outil** ou l'enlèvement d'un couvercle.

NOTE 1 Seules les parties des supports des enroulements qui supportent ou maintiennent des bornes en position sont soumises à cet essai.

NOTE 2 L'essai n'est pas effectué sur les parties en matière céramique.

NOTE 3 La sélection et la séquence des essais pour la résistance à la chaleur sont indiquées à la figure O.1.

30.2 Les parties en matériau non métallique doivent être résistantes à l'inflammation et à la propagation du feu.

Cette prescription ne s'applique pas aux garnitures décoratives, boutons et autres parties non susceptibles d'être enflammées ou de transmettre des flammes prenant naissance à l'intérieur de l'appareil.

La vérification est effectuée par l'essai de 30.2.1. De plus

- pour les appareils sous surveillance, le 30.2.2 est applicable;
- pour les appareils sans surveillance, le 30.2.3 est applicable.

Pour le matériau de base des cartes de circuits imprimés, la vérification est effectuée par l'essai de 30.2.4.

Les essais sont effectués sur des parties en matériau non métallique qui ont été enlevées de l'appareil. Lorsqu'on effectue l'essai au fil incandescent, elles sont orientées dans le même sens qu'en utilisation normale.

Ces essais ne sont pas effectués sur l'isolation des fils.

NOTE La sélection et la séquence des essais pour la résistance au feu sont indiquées à la figure O.2.

30.2.1 Les parties en matériau non métallique sont soumises à l'essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-11 qui est effectué à 550 °C .

L'essai au fil incandescent n'est pas effectué sur les parties en matériau classé au moins HB40 suivant la CEI 60695-11-10, sous réserve que les éprouvettes soumises aux essais ne soient pas plus épaisses que les parties correspondantes.

Les parties pour lesquelles l'essai au fil incandescent ne peut pas être effectué, comme celles en matériau doux ou poreux, doivent être conformes aux prescriptions spécifiées dans l'ISO 9772 pour les matériaux de catégorie FH3, les éprouvettes soumises aux essais n'étant pas plus épaisses que les parties correspondantes.

30.2.2 Pour les appareils qui fonctionnent sous surveillance, les parties en matériau isolant supportant des connexions transportant le courant, et les parties en matériau isolant situées jusqu'à 3 mm de telles connexions, sont soumises à l'essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-11 effectué à

- 750 °C pour les connexions qui transportent un courant supérieur à 0,5 A dans **les conditions de fonctionnement normal**;
- 650 °C pour les autres connexions.

NOTE 1 Les contacts des composants tels que des contacts d'interrupteurs sont considérés comme étant des connexions.

NOTE 2 Il est recommandé d'appliquer l'extrémité du fil incandescent à la partie avoisinant la connexion.

Cet essai n'est pas applicable

- *aux parties supportant des connexions soudées sans apport de matière;*
- *aux parties supportant des connexions dans les circuits à basse puissance décrits en 19.11.1;*
- *aux connexions soudées sur les cartes de circuits imprimés;*
- *aux connexions sur les petits composants des cartes de circuits imprimés;*
- *aux parties situées jusqu'à 3 mm de chacune de ces connexions;*
- *aux **appareils portatifs**;*
- *aux appareils qui doivent être maintenus sous tension à la main ou au pied;*
- *aux appareils qui sont approvisionnés de façon continue à la main.*

NOTE 3 Comme exemples de petits composants, on peut citer les diodes, transistors, résistances, inductances, circuits intégrés, et les condensateurs qui ne sont pas raccordés directement au réseau.

30.2.3 *Les appareils qui fonctionnent sans surveillance sont soumis aux essais spécifiés en 30.2.3.1 et 30.2.3.2. Toutefois, les essais ne sont pas applicables*

- *aux parties supportant des connexions soudées sans apport de matière;*
- *aux parties supportant des connexions dans les circuits à basse puissance décrits en 19.11.1;*
- *aux connexions soudées sur les cartes de circuits imprimés;*
- *aux connexions sur les petits composants des cartes de circuits imprimés;*
- *aux parties situées jusqu'à 3 mm de chacune de ces connexions.*

NOTE Comme exemples de petits composants, on peut citer les diodes, transistors, résistances, inductances, circuits intégrés, et les condensateurs qui ne sont pas raccordés directement au réseau.

30.2.3.1 *Les parties en matériau isolant supportant des connexions qui transportent un courant supérieur à 0,2 A dans les **conditions de fonctionnement normal**, et les parties en matériau isolant situées jusqu'à 3 mm de telles connexions, doivent avoir un indice d'inflammabilité au fil incandescent d'au moins 850 °C conformément à la CEI 60695-2-12, les éprouvettes soumises aux essais n'étant pas plus épaisses que les parties correspondantes.*

30.2.3.2 *Les parties en matériau isolant supportant des connexions transportant le courant, et les parties en matériau isolant situées jusqu'à 3 mm de telles connexions, sont soumises à l'essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-11. Toutefois, l'essai au fil incandescent n'est pas effectué sur les parties en matériau dont la température d'allumabilité au fil incandescent, conformément à la CEI 60695-2-13, est d'au moins*

- *775 °C pour les connexions qui transportent un courant supérieur à 0,2 A dans les **conditions de fonctionnement normal**;*
- *675 °C pour les autres connexions;*

sous réserve que les éprouvettes soumises aux essais ne soient pas plus épaisses que les parties correspondantes.

Lorsque l'essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-11 est effectué, les températures sont

- 750 °C pour les connexions qui transportent un courant supérieur à 0,2 A dans **les conditions de fonctionnement normal**;
- 650 °C pour les autres connexions.

NOTE 1 Les contacts des composants tels que des contacts d'interrupteurs sont considérés comme étant des connexions.

NOTE 2 L'extrémité du fil incandescent est appliquée à la partie avoisinant la connexion.

Les parties qui satisfont à l'essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-11, mais qui, au cours de l'essai, produisent une flamme qui dure plus de 2 s, sont soumises à l'essai suivant. Les parties au-dessus de la connexion à l'intérieur de l'enveloppe d'un cylindre vertical d'un diamètre de 20 mm et d'une hauteur de 50 mm sont soumises à l'essai au brûleur-aiguille de l'annexe E. Toutefois, les parties protégées par une cloison satisfaisant à l'essai au brûleur-aiguille de l'annexe E ne sont pas essayées.

L'essai au brûleur-aiguille n'est pas effectué sur les parties en matériau classé V-0 ou V-1 conformément la CEI 60695-11-10, sous réserve que les éprouvettes soumises aux essais ne soient pas plus épaisses que les parties correspondantes.

30.2.4 Le matériau de base des cartes de circuits imprimés est soumis à l'essai au brûleur-aiguille de l'annexe E. La flamme est appliquée sur le bord de la carte à l'endroit où l'effet de refroidissement est le plus faible lorsque la carte est positionnée comme en usage normal.

NOTE L'essai peut être effectué sur une carte de circuit imprimé comportant ses composants. Toutefois, on ne tient pas compte de l'inflammation d'un composant.

Cet essai n'est pas effectué

- sur les cartes de circuits imprimés des circuits à basse puissance décrits en 19.11.1,
- sur les cartes de circuits imprimés
 - à l'intérieur d'une enveloppe métallique qui retient les flammes ou les gouttelettes enflammées,
 - des **appareils portatifs**,
 - des appareils qui doivent être maintenus sous tension à la main ou au pied,
 - des appareils qui sont approvisionnés de façon continue à la main,
- si le matériau est classé V-0 conformément à la CEI 60695-11-10, sous réserve que les éprouvettes soumises aux essais ne soient pas plus épaisses que les parties correspondantes.

31 Protection contre la rouille

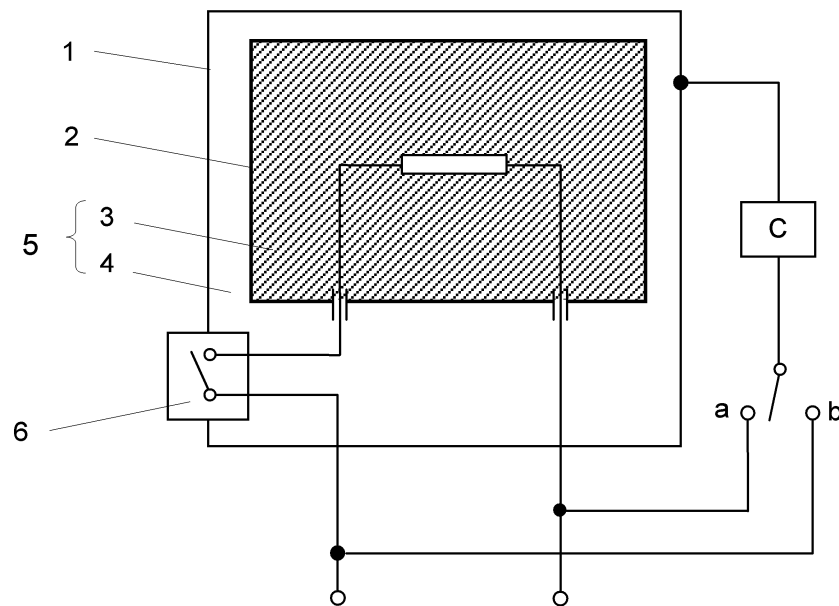
Les parties en métaux ferreux dont l'oxydation pourrait rendre l'appareil non conforme à la présente norme doivent être efficacement protégées contre la rouille.

NOTE Des essais sont spécifiés si nécessaire dans les parties 2.

32 Rayonnement, toxicité et dangers analogues

Les appareils ne doivent pas émettre de rayonnement dangereux, ni être toxiques ou présenter des dangers similaires.

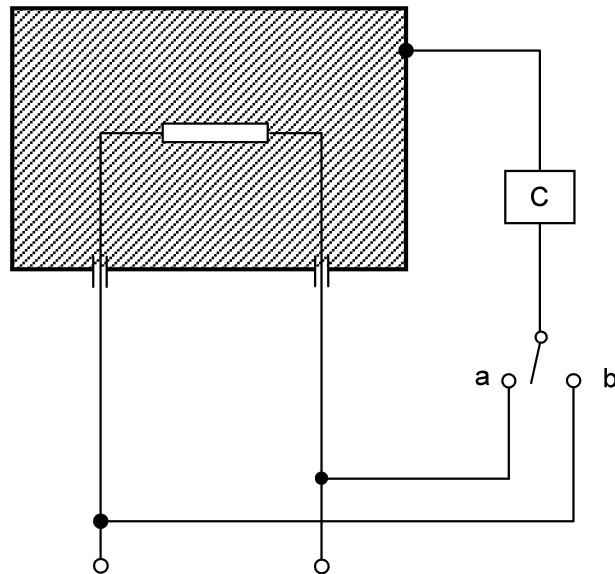
NOTE Des essais sont spécifiés si nécessaire dans les parties 2.



Légende

- C Réseau de la figure 4 de la CEI 60990
- 1 **Partie accessible**
- 2 **Partie métallique non accessible**
- 3 **Isolation principale**
- 4 **Isolation supplémentaire**
- 5 **Double isolation**
- 6 **Isolation renforcée**

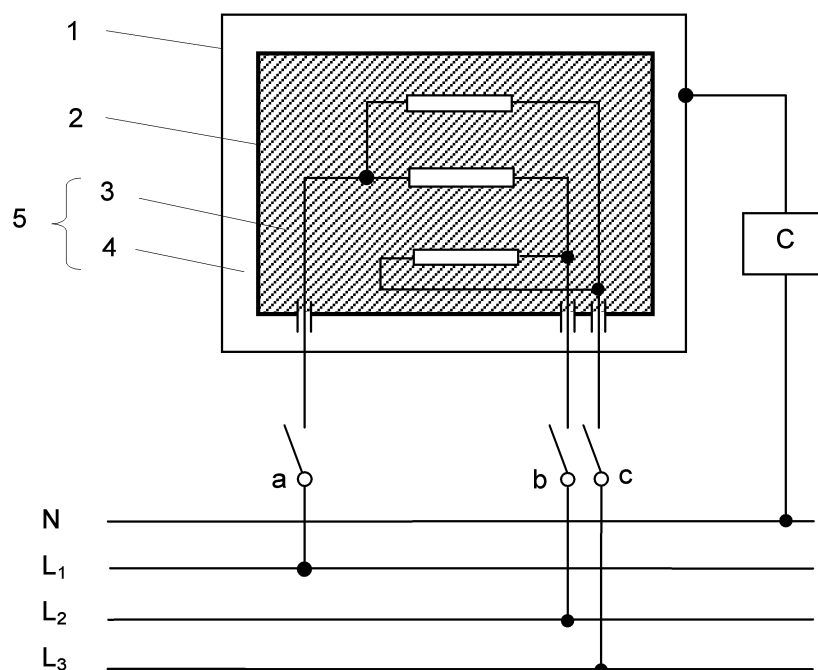
Figure 1 – Schéma pour la mesure du courant de fuite à la température de régime pour connexion monophasée des appareils de la classe II



Légende

C Réseau de la figure 4 de la CEI 60990

Figure 2 – Schéma pour la mesure du courant de fuite à la température de régime pour connexion monophasée des appareils autres que les appareils de la classe II



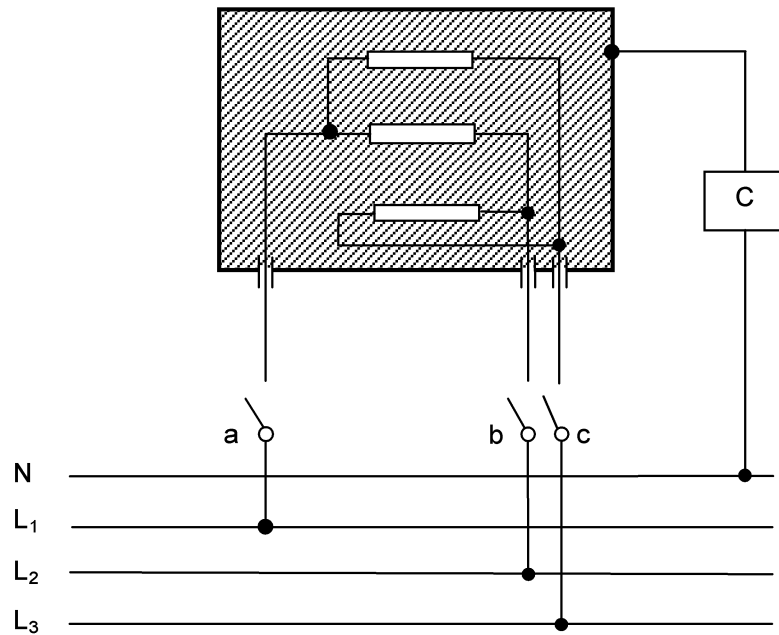
Légende

- C Réseau de la figure 4 de la CEI 60990
- 1 **Partie accessible**
- 2 **Partie métallique non accessible**
- 3 **Isolation principale**
- 4 **Isolation supplémentaire**
- 5 **Double isolation**

Connexions et alimentations

L₁, L₂, L₃, N Tension d'alimentation avec neutre

Figure 3 – Schéma pour la mesure du courant de fuite à la température de régime pour connexion triphasée des appareils de la classe II



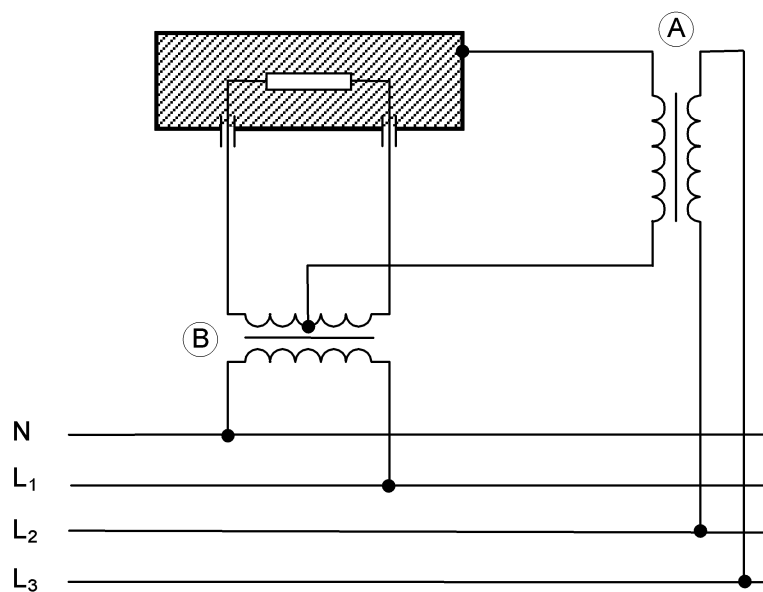
Légende

C Réseau de la figure 4 de la CEI 60990

Connexions et alimentations

L₁, L₂, L₃, N Tension d'alimentation avec neutre

Figure 4 – Schéma pour la mesure du courant de fuite à la température de régime pour connexion triphasée des appareils autres que les appareils de la classe II

**Légende**

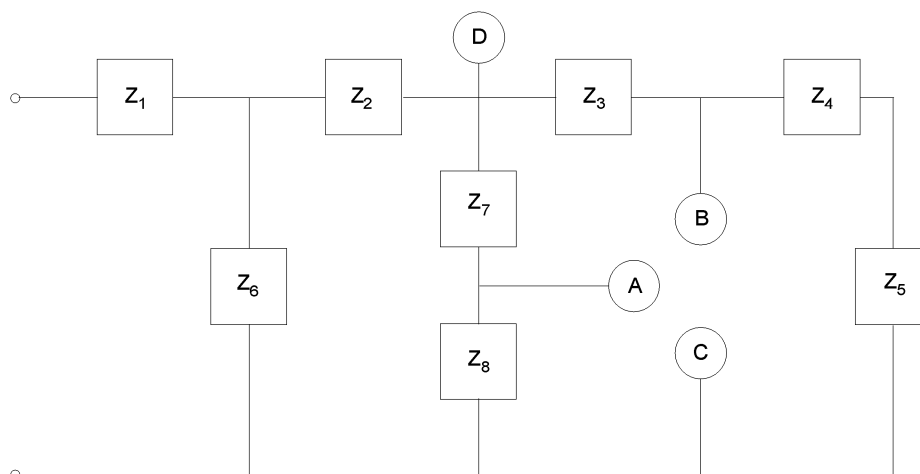
- A Transformateur haute tension
 B Transformateur de séparation des circuits

Connexions et alimentations

L₁, L₂, L₃, N Tension d'alimentation avec neutre

NOTE Si l'enroulement secondaire du transformateur de séparation des circuits n'a pas de prise médiane, l'enroulement secondaire du transformateur haute tension peut être connecté au point milieu d'un potentiomètre ayant une résistance totale ne dépassant pas 2 000 Ω relié aux bornes de l'enroulement secondaire du transformateur de séparation des circuits.

Figure 5 – Schéma pour l'essai de rigidité diélectrique à la température de régime



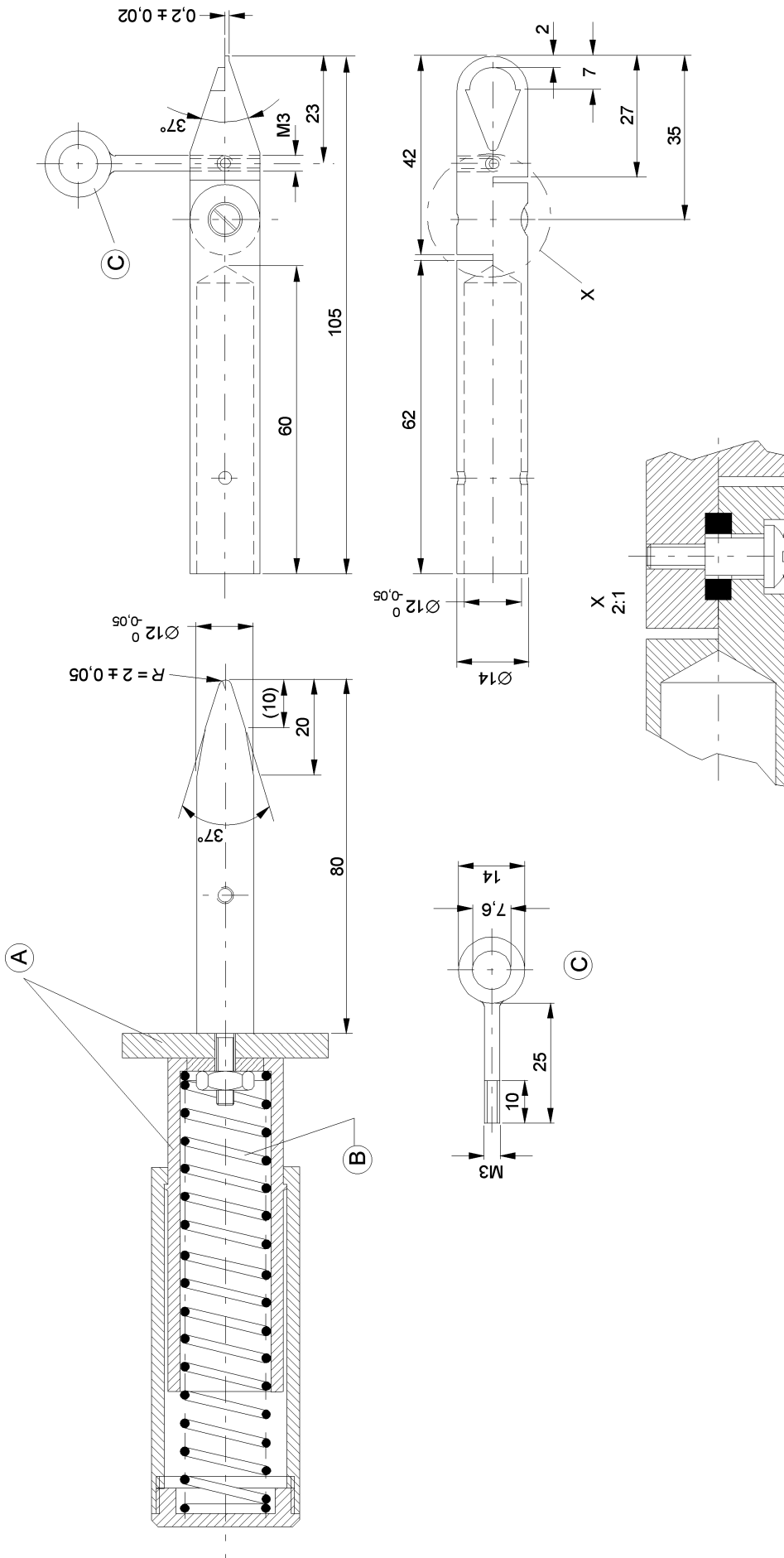
D est le point le plus éloigné de la source d'alimentation où la puissance maximale délivrée à une charge extérieure est supérieure à 15 W.

A et B sont les points les plus proches de la source d'alimentation où la puissance maximale délivrée à une charge extérieure n'est pas supérieure à 15 W. Ce sont des points à basse puissance.

Les points A et B sont séparément mis en court-circuit avec C.

Les conditions de défaut a) à f) spécifiées en 19.11.2 sont appliquées individuellement à Z₁, Z₂, Z₃, Z₆ et Z₇, pour autant qu'elles soient applicables.

Figure 6 – Exemple d'un circuit électronique comportant des points à basse puissance

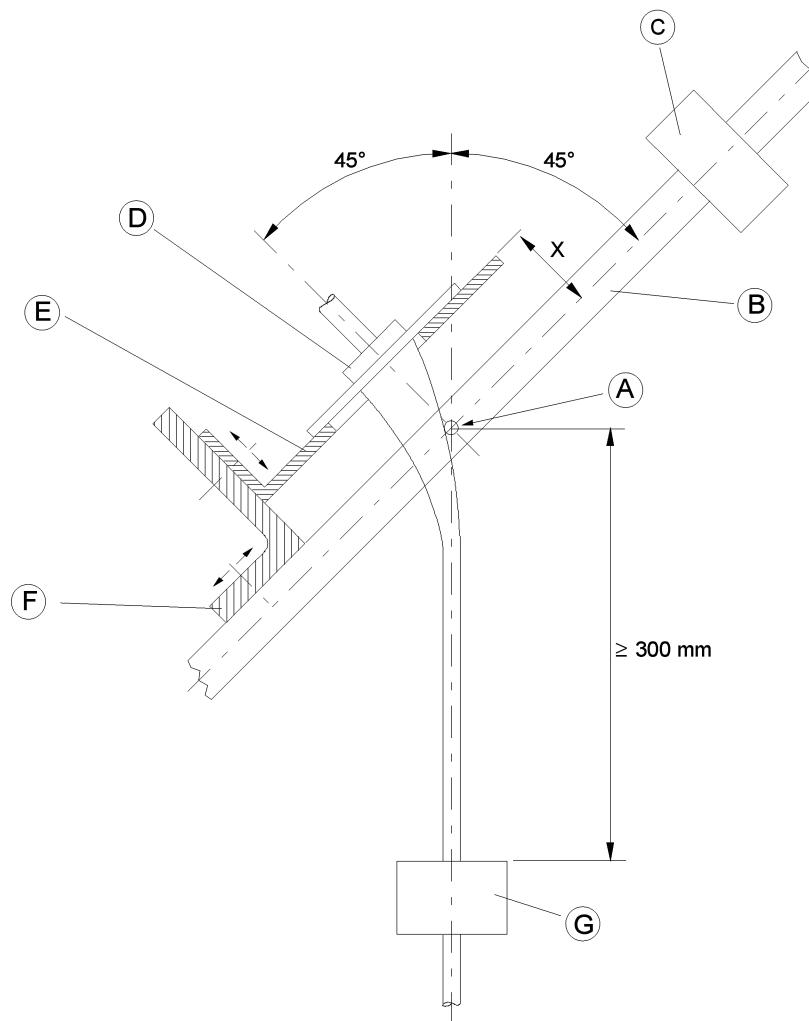


Dimensions en millimètres

Figure 7 – Angle d'essai

Légende

- A Matériau isolant
- B Diamètre du ressort 18 mm
- C Boucle

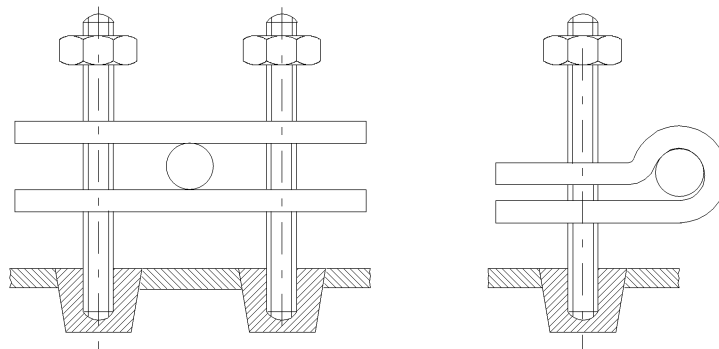


Légende

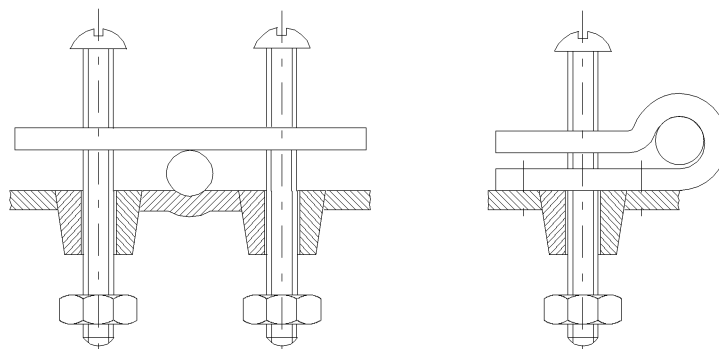
- A Axe d'oscillation
- B Membre oscillant
- C Contrepoids
- D Echantillon
- E Plaque support réglable
- F Dispositif de serrage réglable
- G Poids

Figure 8 – Appareil pour l'essai de flexion

CONSTRUCTIONS ACCEPTABLES



Construction montrant des goujons fixés de façon sûre à l'appareil

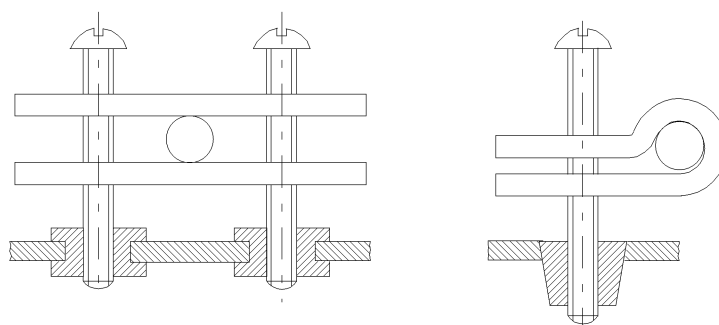


Construction montrant une partie de l'appareil en matière isolante et de forme telle qu'il est évident qu'elle fait partie du dispositif de serrage du câble.

Construction montrant l'un des organes de serrage du câble est fixé à l'appareil.

NOTE Les vis de serrage peuvent être vissées dans des trous filetés dans l'appareil, ou traverser des trous lisses si elles sont fixées par des écrous.

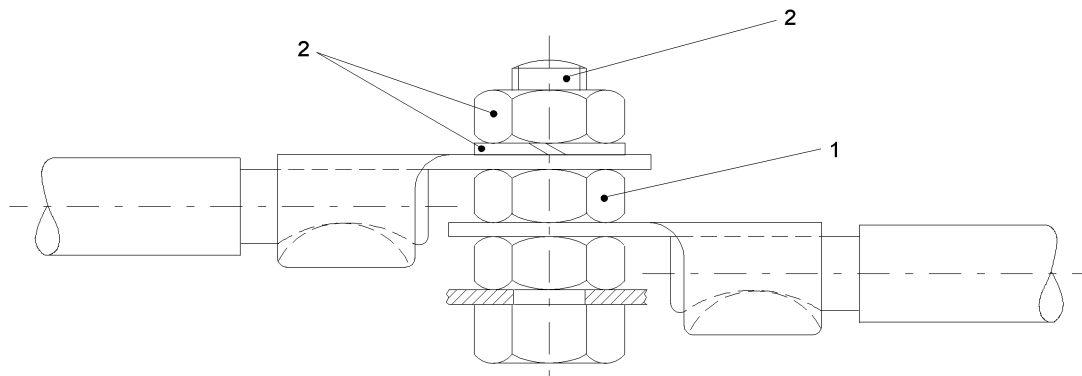
CONSTRUCTIONS NON ACCEPTABLES



Construction montrant qu'aucune partie n'est fixée de façon sûre à l'appareil

NOTE Les vis de serrage peuvent être vissées à travers des trous filetés dans l'appareil, ou traverser des trous lisses si elles sont fixées par des écrous.

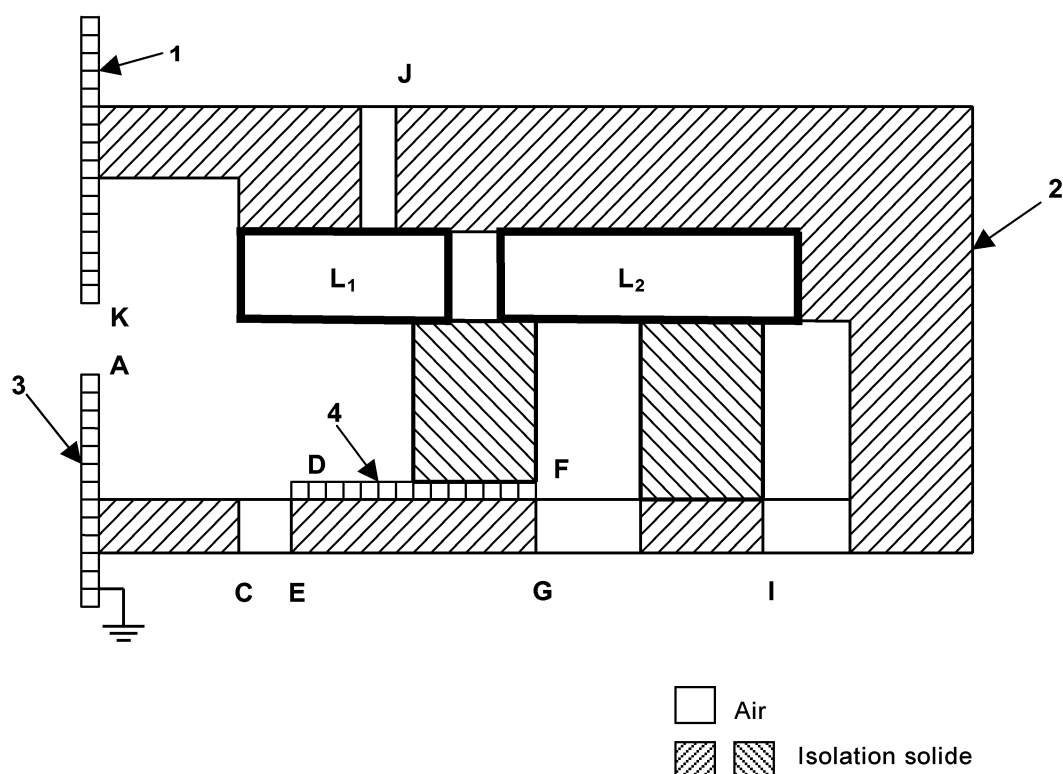
Figure 9 – Constructions de dispositifs d'arrêt de traction



Légende

- 1 Partie assurant la continuité de terre
- 2 Partie fournissant ou transmettant une pression de contact

Figure 10 – Exemple de parties d'une borne de terre



Légende

- 1 Partie métallique accessible non reliée à la terre
- 2 Enveloppe
- 3 Partie métallique accessible reliée à la terre
- 4 Partie métallique non accessible non reliée à la terre

Les **parties actives** L₁ et L₂ sont séparées l'une de l'autre; elles sont partiellement entourées d'une enveloppe plastique comportant des ouvertures et partiellement par de l'air, et elles sont en contact avec une isolation solide. Une partie métallique non accessible est incorporée dans la construction. Il y a deux capots métalliques, l'un d'eux étant relié à la terre.

Type d'isolation	Distance dans l'air
Isolation principale	L ₁ A
	L ₁ D
	L ₂ F
Isolation fonctionnelle	L ₁ L ₂
Isolation supplémentaire	DE
	FG
Isolation renforcée	L ₁ K
	L ₁ J
	L ₂ I
	L ₁ C

NOTE Si les distances dans l'air L₁D ou L₂F satisfont aux prescriptions des distances dans l'air pour l'isolation renforcée, les distances dans l'air DE ou FG de l'isolation supplémentaire ne sont pas mesurées.

Figure 11 – Exemples de distances dans l'air

Annexe A (informative)

Essais de série

Introduction

Les essais de série sont prévus pour être effectués par le fabricant sur chaque appareil pour révéler une variation de la production susceptible d'affecter la sécurité. Ils sont normalement effectués sur l'appareil complet après assemblage, mais le fabricant peut effectuer les essais à un stade approprié de la production, sous réserve que les étapes ultérieures de fabrication n'affectent pas les résultats.

NOTE Les composants ne sont pas soumis à ces essais s'ils ont été préalablement soumis à des essais de série au cours de leur fabrication.

Le fabricant peut utiliser une méthode différente pour un essai de série, sous réserve que le niveau de sécurité soit équivalent à celui qui est procuré par les essais spécifiés dans la présente annexe.

Ces essais représentent le minimum considéré comme nécessaire pour couvrir les aspects essentiels de sécurité. Il incombe au fabricant de décider si des essais de série supplémentaires sont nécessaires. Il peut être déterminé à partir de considérations techniques que certains des essais sont irréalisables ou inappropriés et ne nécessitent donc pas d'être effectués.

Si un produit ne satisfait pas à l'un quelconque des essais, il devra être réessayé après réparation ou réglage.

A.1 Essai de continuité de terre

On fait circuler un courant d'au moins 10 A, délivré par une source ayant une tension à vide ne dépassant pas 12 V (en courant alternatif ou en courant continu), entre chacune des parties métalliques accessibles reliées à la terre et

- pour les **appareils de la classe 0I** et pour les **appareils de la classe I** destinés à être raccordés de façon permanente à des canalisations fixes, la borne de terre;
- pour les autres **appareils de la classe I**;
 - la broche de terre ou le contact de terre de la fiche de prise de courant,
 - la broche de terre du socle de connecteur.

La chute de tension est mesurée et la résistance est calculée et ne doit pas dépasser

- pour les appareils ayant un **câble d'alimentation**, 0,2 Ω , ou 0,1 Ω plus la résistance du **câble d'alimentation**;
- pour les autres appareils, 0,1 Ω .

NOTE 1 L'essai n'est effectué que pendant la durée nécessaire pour mesurer la chute de tension.

NOTE 2 On prendra soin de s'assurer que la résistance de contact entre la pointe de la sonde de mesure et les parties métalliques en essai n'influe pas sur les résultats d'essai.

A.2 Essai de rigidité diélectrique

L'isolation de l'appareil est soumise pendant 1 s à une tension de forme pratiquement sinusoïdale ayant une fréquence d'environ 50 Hz ou 60 Hz. La valeur de la tension d'essai et les points d'application sont indiqués dans le tableau A.1.

Tableau A.1 – Tensions d'essai

Points d'application	Tension d'essai V		
	Appareils de la classe 0, appareils de la classe 0I, appareils de la classe I et appareils de la classe II		Appareils de la classe III
	Tension assignée		
	≤150 V	>150 V	
Entre les parties actives et les parties métalliques accessibles séparées des parties actives par			
- une isolation principale seulement	800	1 000	400
- une double isolation ou une isolation renforcée ^{a, b}	2 000	2 500	-
^a Cet essai n'est pas applicable pour les appareils de la classe 0 . ^b Pour les appareils de la classe 0I et les appareils de la classe I , cet essai n'a pas besoin d'être effectué sur les parties de la classe II si l'essai est considéré comme inapproprié.			

NOTE 1 Il peut être nécessaire que l'appareil soit en fonctionnement pendant l'essai pour s'assurer que la tension d'essai est appliquée à toute l'isolation concernée, par exemple, aux éléments chauffants commandés par un relais.

Il ne doit se produire aucun contournement. Un contournement est susceptible de se produire lorsque le courant dans le circuit d'essai dépasse 5 mA. Toutefois, cette limite peut être augmentée jusqu'à 30 mA pour les appareils ayant un courant de fuite élevé.

NOTE 2 Le circuit utilisé pour l'essai comprend un dispositif sensible au courant qui se déclenche lorsque le courant dépasse la limite.

NOTE 3 Il est nécessaire que le transformateur haute tension soit capable de maintenir la tension spécifiée pour le courant limite.

NOTE 4 Au lieu d'être soumise à une tension alternative, l'isolation peut être soumise à une tension continue de 1,5 fois la valeur indiquée dans le tableau. Une tension alternative ayant une fréquence jusqu'à 5 Hz est considérée comme étant une tension continue.

A.3 Essai de fonctionnement

Le fonctionnement correct d'un appareil est vérifié par examen ou par un essai approprié si la connexion ou le réglage incorrect des composants a des conséquences pour la sécurité.

NOTE Comme exemples, on peut citer la vérification du sens de rotation des moteurs et le fonctionnement approprié des interrupteurs de verrouillage. Ceci n'implique pas d'essayer les commandes thermiques ou les dispositifs de protection.

Annexe B (normative)

Appareils alimentés par batteries

Les appareils alimentés par batteries rechargées dans l'appareil doivent être conformes à la présente norme modifiée par la présente annexe.

NOTE La présente annexe ne s'applique pas aux chargeurs de batteries (IEC 60335-2-29).

3 Définitions

3.1.9

conditions de fonctionnement normal

fonctionnement de l'appareil dans les conditions suivantes:

- l'appareil, alimenté par sa batterie complètement chargée, est mis en fonctionnement comme spécifié dans la partie 2 correspondante;
- la batterie est chargée, la batterie étant initialement déchargée à un point tel que l'appareil ne puisse plus fonctionner;
- si cela est possible, l'appareil est alimenté à partir du réseau d'alimentation par l'intermédiaire de son chargeur de batterie, la batterie étant initialement déchargée à un point tel que l'appareil ne puisse plus fonctionner. L'appareil est mis en fonctionnement comme spécifié dans la partie 2 correspondante;
- si l'appareil comporte un couplage inductif entre deux parties qui sont détachables l'une de l'autre, l'appareil est alimenté à partir du réseau d'alimentation avec la **partie amovible** enlevée.

3.6.2

NOTE S'il est nécessaire d'enlever une partie afin de retirer la batterie avant de mettre l'appareil au rebut, cette partie n'est pas considérée comme étant amovible, même si les instructions indiquent qu'elle doit être enlevée.

5 Conditions générales d'essais

5.101 *Lorsque les appareils sont alimentés à partir du réseau d'alimentation, ils sont essayés comme spécifié pour les **appareils à moteurs**.*

7 Marquage et indications

7.1 Le compartiment des batteries des appareils comportant des batteries destinées à être remplacées par l'utilisateur doit porter les marquages de la tension des batteries et de la polarité des bornes.

NOTE 1 Si des couleurs sont utilisées, la borne positive est identifiée par la couleur rouge et la borne négative par la couleur noire.

NOTE 2 La couleur ne sera pas utilisée seule pour indiquer la polarité.

7.12 Les instructions doivent donner des informations concernant l'opération de charge.

Les instructions pour les appareils comportant des batteries destinées à être remplacées par l'utilisateur doivent inclure les informations suivantes:

- la référence du type de la batterie;
- l'orientation de la batterie en ce qui concerne la polarité;

- la méthode pour remplacer les batteries;
- les détails concernant l'élimination sûre des batteries usées;
- une mise en garde contre l'emploi des piles;
- comment réagir en présence d'une batterie qui fuit.

Les instructions pour les appareils comportant une batterie contenant des matériaux dangereux pour l'environnement doivent donner des détails sur la façon d'enlever la batterie et doivent indiquer que

- la batterie doit être retirée de l'appareil avant que celui-ci ne soit mis au rebus;
- l'appareil doit être déconnecté du réseau d'alimentation lorsqu'on retire la batterie;
- la batterie doit être éliminée de façon sûre.

7.15 Les marquages, autres que ceux associés à la batterie, doivent être placés sur la partie de l'appareil qui est reliée au réseau d'alimentation.

8 Protection contre l'accès aux parties actives

8.2 Les appareils comportant des batteries qui, conformément aux instructions, peuvent être remplacées par l'utilisateur, ne nécessitent qu'une **isolation principale** entre les **parties actives** et la surface interne du compartiment de batteries. Si l'appareil peut être mis en fonctionnement sans les batteries, la **double isolation** ou l'**isolation renforcée** est exigée.

11 Echauffements

11.7 *La batterie est chargée pendant la période indiquée dans les instructions ou pendant 24 h, suivant la période la plus longue.*

19 Fonctionnement anormal

19.1 *Les appareils sont également soumis aux essais de 19.101, 19.102, et 19.103.*

19.10 N'est pas applicable.

19.101 *Les appareils sont alimentés sous la **tension assignée** pendant 168 h, la batterie étant chargée continuellement pendant cette période.*

19.102 *Pour les appareils dont les batteries peuvent être retirées sans l'aide d'un **outil**, et dont les bornes peuvent être court-circuitées par une barre droite peu épaisse, les bornes de la batterie sont court-circuitées, la batterie étant totalement chargée.*

19.103 *Les appareils comportant des batteries remplaçables par l'utilisateur sont alimentés sous la **tension assignée** et mis en fonctionnement dans les **conditions de fonctionnement normal** mais avec la batterie retirée ou placée dans toutes les positions permises par la construction.*

21 Résistance mécanique

21.101 Les appareils pourvus de broches destinées à être introduites dans des socles de prises de courant doivent avoir une résistance mécanique suffisante.

La vérification est effectuée en soumettant la partie de l'appareil comportant les broches à l'essai de chute libre, méthode 2, de la CEI 60068-2-32.

Le nombre de chutes est de

- 100, si la masse de la partie ne dépasse pas 250 g;
- 50, si la masse de la partie dépasse 250 g.

Après l'essai, les prescriptions de 8.1, 15.1.1, 16.3 et de l'article 29 doivent être satisfaites.

22 Construction

22.3

NOTE Les appareils pourvus de broches destinées à être introduites dans des socles de prise de courant sont essayées assemblées aussi complètement que possible.

25 Raccordement au réseau et câbles souples extérieurs

25.13 Une traversée ou un revêtement additionnel n'est pas nécessaire pour les **câbles d'interconnexion** fonctionnant à **très basse tension de sécurité**.

30 Résistance à la chaleur et au feu

30.2 *Pour les parties de l'appareil raccordées au réseau d'alimentation pendant l'opération de charge, le 30.2.3 s'applique. Pour les autres parties, le 30.2.2 s'applique.*

Annexe C (normative)

Essai de vieillissement des moteurs

La présente annexe est applicable lorsqu'il existe un doute sur la classification en température de l'isolation d'un enroulement de moteur, par exemple

- si l'échauffement de l'enroulement du moteur dépasse les valeurs spécifiées dans le tableau 3;
- lorsque des matériaux isolants courants sont utilisés d'une manière inhabituelle;
- lorsque des matériaux de différentes classes de température sont utilisés ensemble à une température supérieure à celle autorisée pour la classe la plus basse;
- lorsqu'on utilise des matériaux pour lesquels on ne dispose pas d'une expérience suffisante, comme cela peut être le cas pour les moteurs ayant une isolation intégrale du noyau.

L'essai est effectué sur six échantillons du moteur.

Le rotor de chacun des moteurs est bloqué et un courant traverse individuellement l'enroulement du rotor et du stator, ce courant étant tel que la température de l'enroulement correspondant est égale à l'échauffement maximal mesuré pendant l'essai de l'article 11 augmenté de 25 K. Cette température est en outre augmentée de l'une des valeurs choisies dans le tableau C.1. Le temps total correspondant pendant lequel le courant circule est indiqué dans le tableau.

Tableau C.1 – Conditions d'essai

Augmentation de température K	Temps total h
0 ± 3	p^a
10 ± 3	$0,5 p$
20 ± 3	$0,25 p$
30 ± 3	$0,125 p$
NOTE L'augmentation de température choisie est sélectionnée par le fabricant.	
^a p est égal à 8 000, sauf spécifications contraires dans les parties 2 correspondantes.	

Le temps total est divisé en quatre périodes égales, chacune d'elles étant suivie par une période de 48 h au cours de laquelle le moteur est soumis à l'épreuve hygrosopique de 15.3. Après la dernière épreuve hygrosopique, l'isolation doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de 16.3, la tension d'essai étant toutefois réduite à 50 % de la valeur spécifiée.

Après chacune des quatre périodes et avant l'épreuve hygrosopique suivante, le courant de fuite du système d'isolation est mesuré comme spécifié en 13.2, tout composant ne faisant pas partie du système d'isolation en essai étant déconnecté avant d'effectuer la mesure.

Le courant de fuite ne doit pas dépasser 0,5 mA.

La défaillance d'un seul moteur parmi les six au cours de la première des quatre périodes de l'essai est ignorée.

Si l'un des six moteurs présente une défaillance au cours de la deuxième, de la troisième ou de la quatrième période de l'essai, les cinq moteurs restants sont soumis à une cinquième période suivie de l'épreuve hygroscopique et de l'essai de rigidité diélectrique.

Les cinq moteurs restants doivent satisfaire à l'essai.

Annexe D **(normative)**

Variantes des prescriptions relatives aux moteurs protégés

La présente annexe est applicable aux moteurs protégés des appareils destinés à fonctionner sans surveillance.

Un moteur protégé qui peut être réarmé manuellement doit avoir un mécanisme interrupteur à déclenchement libre.

L'essai de 19.7 est effectué sur un échantillon séparé qui peut être monté dans l'appareil. La durée de l'essai est la suivante:

- les moteurs munis de protecteurs à réarmement automatique sont mis en fonctionnement en cycles avec leurs rotors bloqués pendant 72 h. Toutefois, pour les moteurs susceptibles d'être reliés de façon permanente à la tension du réseau d'alimentation, la durée de l'essai est de 432 h;*
- les moteurs munis de protecteurs qui peuvent être réarmés manuellement sont mis en fonctionnement 60 fois avec leurs rotors bloqués, les protecteurs étant réarmés aussi vite que possible après chaque fonctionnement mais pas à moins de 30 s.*

Les températures sont contrôlées à intervalles réguliers au cours des premières 72 h pour les moteurs munis de protecteurs à réarmement automatique, ou au cours des dix premiers fonctionnements pour les moteurs munis de protecteurs qui peuvent être réarmés manuellement. Les températures ne doivent pas dépasser les valeurs spécifiées en 19.7.

Pendant les essais, le protecteur du moteur doit fonctionner de manière fiable et doit satisfaire aux prescriptions de l'article 8. Il ne doit se produire aucune flamme.

Après la période spécifiée pour les mesures de température, le moteur doit supporter l'essai de rigidité diélectrique de 16.3, la tension d'essai étant celle spécifiée dans le tableau 4.

Annexe E (normative)

Essai au brûleur-aiguille

L'essai au brûleur-aiguille est effectué conformément à la CEI 60695-2-2, avec les modifications suivantes.

5 Degrés de sévérité

Remplacement:

La durée d'application de la flamme d'essai est de 30 s ± 1 s.

8 Mode opératoire

8.2 Modification:

L'éprouvette est disposée de façon telle que la flamme puisse être appliquée sur un bord vertical ou horizontal, comme illustré dans les exemples de la figure 1.

8.4 Modification:

Le premier alinéa n'est pas applicable.

Addition:

Si possible, la flamme est appliquée à au moins 10 mm d'un angle.

8.5 Remplacement:

L'essai est effectué sur une seule éprouvette. Si l'éprouvette ne satisfait pas à l'essai, l'essai peut être répété sur deux autres éprouvettes, qui doivent satisfaire toutes les deux à l'essai.

10 Evaluation des résultats de l'essai

La durée de combustion (t_b) ne doit pas dépasser 30 s. Toutefois, pour les cartes de circuits imprimés, elle ne doit pas dépasser 15 s.

Annexe F (normative)

Condensateurs

Les condensateurs susceptibles d'être soumis en permanence à la tension du réseau, et utilisés pour l'antiparasitage ou dans un diviseur de tension, doivent satisfaire aux articles suivants de la CEI 60384-14, avec les modifications indiquées ci-dessous.

SECTION UN – GÉNÉRALITÉS

1.5 Terminologie

1.5.3 Ce paragraphe est applicable.

Les condensateurs de la classe X sont essayés conformément à la sous-classe X2.

1.5.4 Ce paragraphe est applicable.

1.6 Marquage

Les points a) et b) de ce paragraphe sont applicables.

SECTION TROIS – PROCÉDURES D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

3.4 Essais d'homologation

3.4.3.2 Essais

Le tableau II est applicable de la façon suivante:

- groupe 0: paragraphes 4.1, 4.2.1 et 4.2.5;
- groupe 1A: paragraphe 4.1.1;
- groupe 2: paragraphe 4.12;
- groupe 3: paragraphes 4.13 et 4.14;
- groupe 6: paragraphe 4.17;
- groupe 7: paragraphe 4.18.

SECTION QUATRE – MÉTHODES D'ESSAI ET DE MESURE

4.1 Examen visuel et vérification des dimensions

Ce paragraphe est applicable.

4.2 Essais électriques

4.2.1 Ce paragraphe est applicable.

4.2.5 Ce paragraphe est applicable.

4.2.5.2 Seul le tableau IX est applicable. Les valeurs de l'essai A s'appliquent. Toutefois, pour les condensateurs incorporés dans des **appareils chauffants**, les valeurs des essais B ou C s'appliquent.

4.12 Essai continu de chaleur humide

Ce paragraphe est applicable.

NOTE Seules la résistance d'isolement et la tension de tenue sont vérifiées (voir tableau XIII).

4.13 Impulsion de tension

Ce paragraphe est applicable.

4.14 Endurance

Les paragraphes 4.14.1, 4.14.3, 4.14.4 et 4.14.7 sont applicables.

4.14.7 Ajouter:

NOTE Seules la résistance d'isolement et la tension de tenue sont vérifiées (voir tableau XIV) et un examen visuel est effectué pour s'assurer qu'il n'y a pas de dommage visible.

4.17 Essai d'inflammabilité passive

Ce paragraphe est applicable.

4.18 Essai d'inflammabilité active

Ce paragraphe est applicable.

Annexe G (normative)

Transformateurs de sécurité

Les modifications suivantes à la présente norme sont applicables aux **transformateurs de sécurité**.

7 Marquage et indications

7.1 Les transformateurs pour usage spécifique doivent porter les marquages suivants:

- le nom, la marque commerciale ou la marque d'identification du fabricant ou du vendeur responsable;
- la référence du modèle ou la référence du type.

NOTE La définition des transformateurs pour usage spécifique est donnée dans la CEI 61558-1.

17 Protection contre la surcharge des transformateurs et des circuits associés

Les transformateurs non dangereux en cas de défaillance doivent satisfaire au paragraphe 15.5 de la CEI 61558-1.

NOTE Cet essai est effectué sur trois transformateurs.

22 Construction

Les paragraphes 19.1 et 19.1.2 de la CEI 61558-2-6 sont applicables.

29 Distances dans l'air, lignes de fuite et isolation solide

29.1 et 29.2 Les distances spécifiées aux points 2a, 2b et 3 du tableau 13 de la CEI 61558-1 s'appliquent.

NOTE Les valeurs spécifiées pour la pollution normale sont applicables.

Annexe H (normative)

Interrupteurs

Les interrupteurs doivent être conformes aux articles suivants de la CEI 61058-1, avec les modifications indiquées ci-dessous.

Les essais de la CEI 61058-1 sont effectués dans les conditions qui se présentent dans l'appareil.

Avant d'être soumis aux essais, les interrupteurs sont manœuvrés 20 fois sans charge.

8 Marquage et documentation

Les interrupteurs ne sont pas obligatoirement marqués. Toutefois, un interrupteur qui peut être essayé séparément de l'appareil doit porter le nom du fabricant ou la marque commerciale et la référence de type.

13 Mécanisme

NOTE Les essais peuvent être effectués sur un échantillon séparé.

15 Résistance d'isolement et rigidité diélectrique

Le paragraphe 15.1 n'est pas applicable.

Le paragraphe 15.2 n'est pas applicable.

Le paragraphe 15.3 est applicable pour la coupure totale et la micro-coupure.

NOTE Cet essai est effectué immédiatement après l'essai d'humidité du paragraphe 15.3 de la CEI 60335-1.

17 Endurance

La vérification est effectuée sur trois appareils ou trois interrupteurs séparés.

Pour le 17.2.4.4, le nombre de cycles de manœuvre déclaré selon 7.1.4 est de 10 000, sauf indication contraire dans le paragraphe 24.1.3 de la partie 2 correspondante de la CEI 60335.

*Les interrupteurs prévus pour être manœuvrés sans charge, et qui ne peuvent être manœuvrés qu'à l'aide d'un **outil**, ne sont pas soumis aux essais. Ceci s'applique également à des interrupteurs manœuvrés manuellement et verrouillés de façon telle qu'ils ne puissent pas être manœuvrés en charge. Toutefois, les interrupteurs sans ce verrouillage sont soumis à l'essai du 17.2.4.4 pour 100 cycles de manœuvre.*

Le paragraphe 17.2.5.2 n'est pas applicable.

A la fin des essais, l'échauffement des bornes ne doit pas avoir augmenté de plus de 30 K au-dessus de l'échauffement mesuré à l'article 11 de la CEI 60335-1.

20 Distances dans l'air, lignes de fuite, distances à travers l'isolation et revêtements des cartes imprimées rigides équipées

Cet article est applicable aux **distances dans l'air** et **lignes de fuite** pour **isolation fonctionnelle**, à travers la coupure complète et à travers la micro-coupure, comme indiqué dans le tableau 24.

Annexe I (normative)

Moteurs ayant une isolation principale inappropriée pour la tension assignée de l'appareil

Les modifications suivantes à la présente norme sont applicables aux moteurs ayant une **isolation principale** inappropriée pour la **tension assignée** de l'appareil.

8 Protection contre l'accès aux parties actives

8.1 NOTE Les parties métalliques du moteur sont considérées comme étant des **parties actives** nues.

11 Echauffements

11.3 *L'échauffement de la carcasse du moteur est déterminé au lieu de l'échauffement des enroulements.*

11.8 *L'échauffement de la carcasse du moteur, lorsqu'elle est en contact avec une matière isolante, ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau 3 pour cette matière isolante.*

16 Courant de fuite et rigidité diélectrique

16.3 *L'isolation entre les **parties actives** du moteur et ses autres parties métalliques n'est pas soumise à cet essai.*

19 Fonctionnement anormal

19.1 *Les essais de 19.7 à 19.9 ne sont pas effectués.*

Les appareils sont également soumis à l'essai de 19.101.

19.101 *L'appareil est mis en fonctionnement sous la **tension assignée** avec chacune des conditions de défaut suivantes:*

- *court-circuit des bornes du moteur, y compris tout condensateur incorporé dans le circuit du moteur;*
- *court-circuit de chaque diode du redresseur;*
- *ouverture de l'alimentation au moteur;*
- *ouverture de toute résistance parallèle pendant le fonctionnement du moteur.*

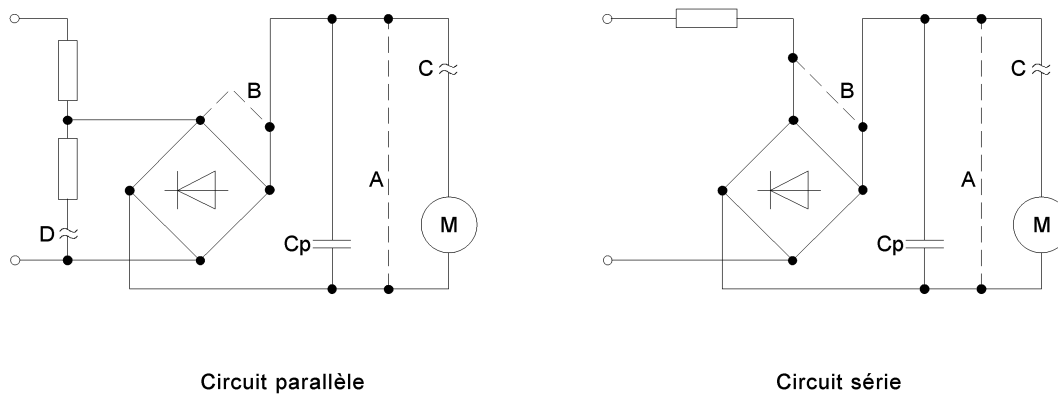
Un seul défaut est simulé à la fois, les essais étant effectués consécutivement.

NOTE Une simulation de défauts est représentée à la figure I.1.

22 Construction

22.101 Pour les appareils de la classe I comportant un moteur alimenté par un circuit redresseur, le circuit à courant continu doit être isolé des parties accessibles de l'appareil par une double isolation ou une isolation renforcée.

La vérification est effectuée par les essais spécifiés pour la **double isolation** et l'**isolation renforcée**.



Légende

- Connexion d'origine
- - - Court-circuit
- ≈ Ouverture d'un circuit
- A Court-circuit des bornes du moteur
- B Court-circuit d'une diode
- C Ouverture de l'alimentation du moteur
- D Ouverture de la résistance parallèle

Figure I.1 – Simulation de défauts

Annexe J **(normative)**

Revêtements des cartes de circuits imprimés

L'essai des revêtements de protection des cartes de circuits imprimés est effectué conformément à la CEI 60664-3, avec les modifications suivantes.

6.6 Séquence climatique

Quand on utilise des cartes de circuits imprimés comme éprouvettes, trois éprouvettes sont essayées.

6.6.1 Froid

L'essai est effectué à -25 °C .

6.6.3 Changement rapide de température

Le degré de sévérité 1 est spécifié.

6.8.6 Tension d'extinction des décharges partielles

Les revêtements de type A ne sont pas soumis à un essai de décharge partielle.

NOTE Normalement, les décharges partielles ne se produisent pas à des tensions de crête inférieures à 700 V.

6.9 Essais supplémentaires

Ce paragraphe n'est pas applicable.

Annexe K **(normative)**

Catégories de surtension

Les informations suivantes concernant les catégories de surtension sont extraites de la CEI 60664-1.

La catégorie de surtension est un nombre définissant une condition de surtension transitoire.

Les matériels de catégorie de surtension IV sont utilisés à l'origine de l'installation.

NOTE 1 Des exemples de tels matériels sont les compteurs électriques et les matériels principaux de protection contre les surintensités.

Les matériels de catégorie de surtension III sont les matériels des installations fixes et dans les cas où la fiabilité et la disponibilité du matériel font l'objet de spécifications particulières.

NOTE 2 Des exemples de tels matériels sont les interrupteurs de l'installation fixe et des matériels à usage industriel avec raccordement permanent à l'installation fixe.

Les matériels de catégorie de surtension II sont des matériels consommateurs d'énergie, alimentés à partir de l'installation fixe.

NOTE 3 Des exemples de tels matériels sont les appareils électrodomestiques, les outils portatifs et les autres charges électrodomestiques et analogues.

Si ce matériel est soumis à des exigences sévères concernant la fiabilité et la disponibilité, la catégorie III est applicable.

Les matériels de catégorie de surtension I sont des matériels pour raccordement aux circuits dans lesquels des mesures pour limiter les surtensions transitoires à un niveau faible approprié sont prises.

NOTE 4 Les circuits électroniques protégés sont des exemples.

Annexe L (informative)

Guide pour la mesure des distances dans l'air et des lignes de fuite

L.1 Lorsqu'on mesure les **distances dans l'air**, ce qui suit s'applique.

La **tension assignée** et la catégorie de surtension sont déterminées (voir annexe K).

NOTE En général, les appareils appartiennent à la catégorie de surtension II.

La **tension assignée de tenue aux chocs** est déterminée à partir du tableau 15.

Si le degré de pollution 3 est applicable, ou si l'appareil est un **appareil de la classe 0** ou un **appareil de la classe 01**, les **distances dans l'air** pour l'**isolation principale** et pour l'**isolation fonctionnelle** sont mesurées et comparées avec les valeurs minimales spécifiées dans le tableau 16. Dans les autres cas, un essai de tension de choc peut être effectué si les prescriptions de rigidité de 29.1 sont satisfaites; autrement, les valeurs spécifiées dans le tableau 16 s'appliquent.

Les **distances dans l'air** pour l'**isolation supplémentaire** et pour l'**isolation renforcée** sont mesurées et comparées avec les valeurs minimales spécifiées dans le tableau 16.

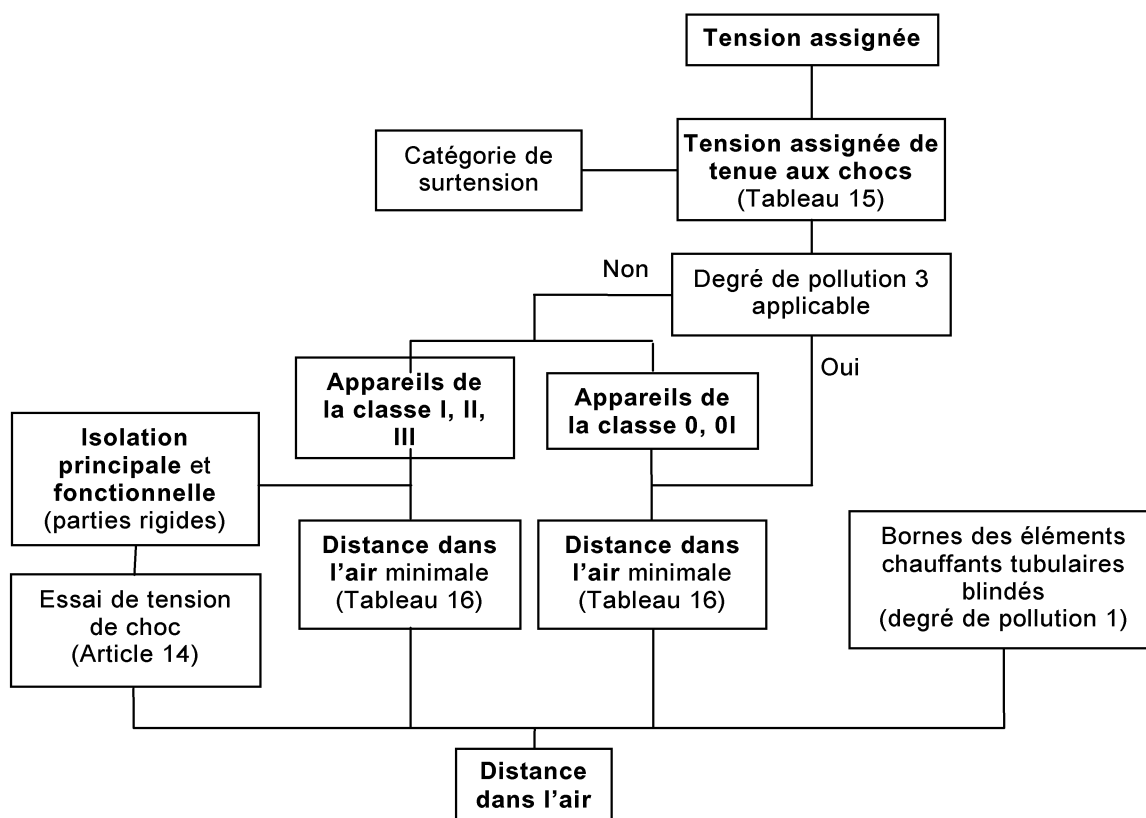


Figure L.1 – Séquence pour la détermination des distances dans l'air

L.2 Lorsqu'on mesure les **lignes de fuite**, ce qui suit s'applique.

La **tension de service**, le degré de pollution et le groupe de matériau sont déterminés.

Les **lignes de fuite** pour l'**isolation principale** et pour l'**isolation supplémentaire** sont mesurées et comparées avec les valeurs minimales spécifiées dans le tableau 17. Une **ligne de fuite** particulière est alors comparée avec la **distance dans l'air** correspondante du tableau 16 et augmentée, si nécessaire, pour ne pas être inférieure à la **distance dans l'air**. Pour le degré de pollution 1, la **distance dans l'air** réduite basée sur l'essai de tension de choc peut être utilisée. Toutefois, la **ligne de fuite** ne peut pas être inférieure aux valeurs du tableau 17.

Les **lignes de fuite** pour l'**isolation fonctionnelle** sont mesurées et comparées avec les valeurs minimales spécifiées dans le tableau 18.

Les **lignes de fuite** pour l'**isolation renforcée** sont mesurées et comparées avec le double des valeurs minimales spécifiées dans le tableau 17.

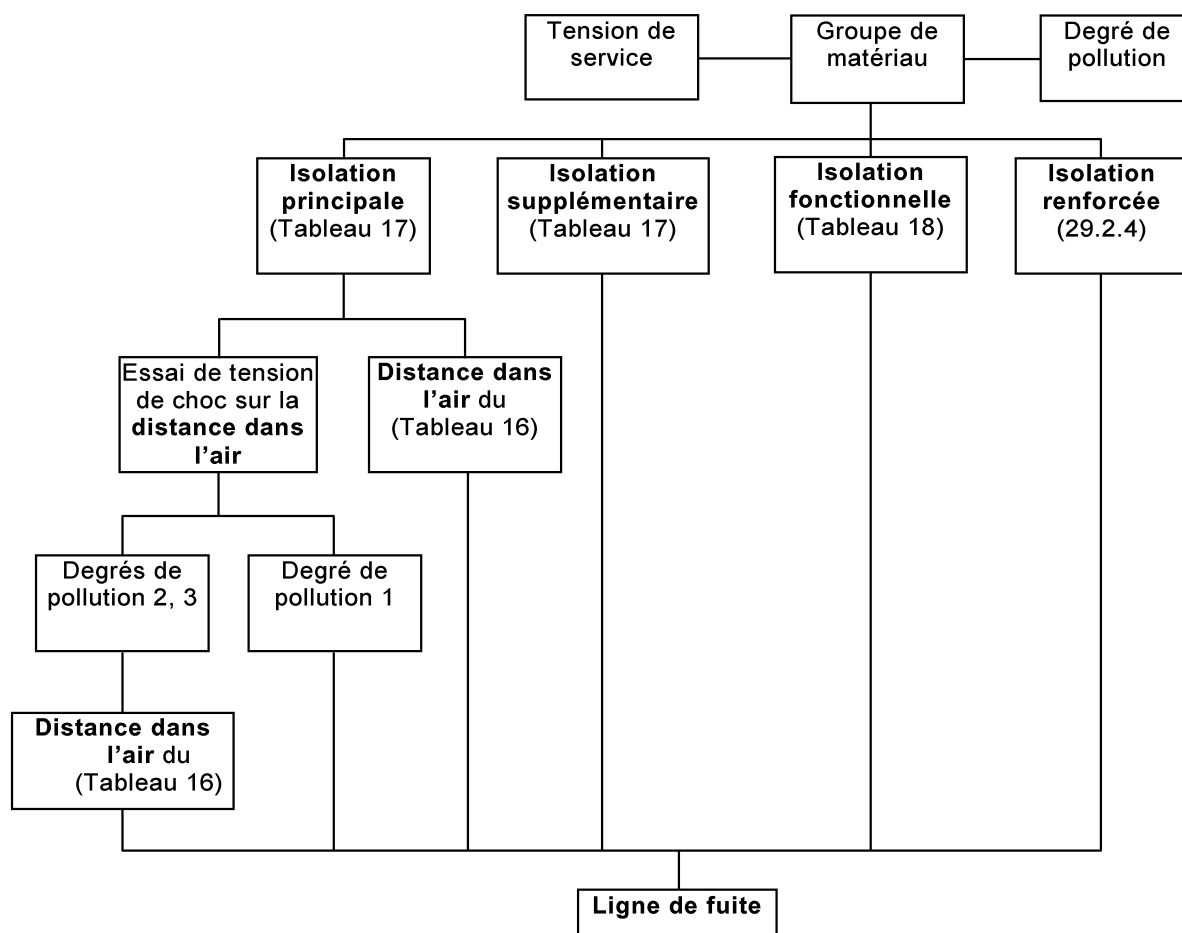


Figure L.2 – Séquence pour la détermination des lignes de fuite

Annexe M (normative)

Degrés de pollution

Les informations suivantes concernant les degrés de pollution sont extraites de la CEI 60664-1.

Pollution

Le micro environnement détermine l'effet de la pollution sur l'isolation. Cependant, le macro-environnement doit être pris en considération lors de l'étude du micro environnement.

Des moyens tels que l'utilisation efficace d'enveloppes, d'enrobage ou de scellements hermétiques peuvent être employés pour réduire la pollution de l'isolation considérée. De tels moyens pour réduire la pollution peuvent ne pas être efficaces lorsque le matériel est sujet à la condensation ou si, en usage normal, le matériel produit lui-même des éléments polluants.

Les faibles **distances dans l'air** peuvent se trouver complètement pontées par des particules solides, des poussières et de l'eau et, en conséquence, des **distances dans l'air** minimales sont spécifiées lorsqu'il peut y avoir de la pollution dans le micro environnement.

NOTE 1 La pollution devient conductrice en présence d'humidité. La pollution due à de l'eau contaminée, de la suie, de la poussière de métal ou de carbone est naturellement conductrice.

NOTE 2 La pollution conductrice par gaz ionisés et dépôts métalliques est limitée à des cas spécifiques, par exemple, dans les chambres à arc de l'appareillage, et n'est pas traitée dans cette partie de la CEI 60664-4-1

Degrés de pollution dans le micro environnement

Afin d'évaluer les **lignes de fuite**, les quatre degrés de pollution suivants sont définis pour le micro environnement:

- degré de pollution 1: il n'existe pas de pollution ou il se produit seulement une pollution sèche, non-conductrice. La pollution n'a pas d'influence;
- degré de pollution 2: il ne se produit qu'une pollution non-conductrice. Cependant, on doit s'attendre de temps en temps à une conductivité temporaire provoquée par de la condensation;
- degré de pollution 3: présence d'une pollution conductrice ou d'une pollution sèche, non conductrice, qui devient conductrice par suite de la condensation qui peut se produire;
- degré de pollution 4: la pollution produit une conductivité persistante causée par la poussière conductrice ou par la pluie ou la neige.

NOTE 3 Le degré de pollution 4 n'est pas applicable aux appareils.

Annexe N (normative)

Essai de tenue au cheminement

L'essai de tenue au cheminement est effectué conformément à la CEI 60112, avec les modifications suivantes.

5 Appareillage

5.1 Electrodes

Modification:

La note n'est pas applicable.

5.4 Solutions d'essai

Modification:

La solution d'essai A est utilisée.

6 Mode opératoire

6.3 Essai de tenue au cheminement

Addition:

La tension spécifiée est de 100 V, 175 V, 400 V ou 600 V, selon le cas.

La note 3 de l'article 3 est applicable.

L'essai est effectué sur cinq éprouvettes.

En cas de doute, on considère qu'un matériau a un ITC de la valeur spécifiée s'il satisfait à l'essai sous une tension égale à la tension spécifiée moins 25 V, le nombre de gouttes étant porté à 100.

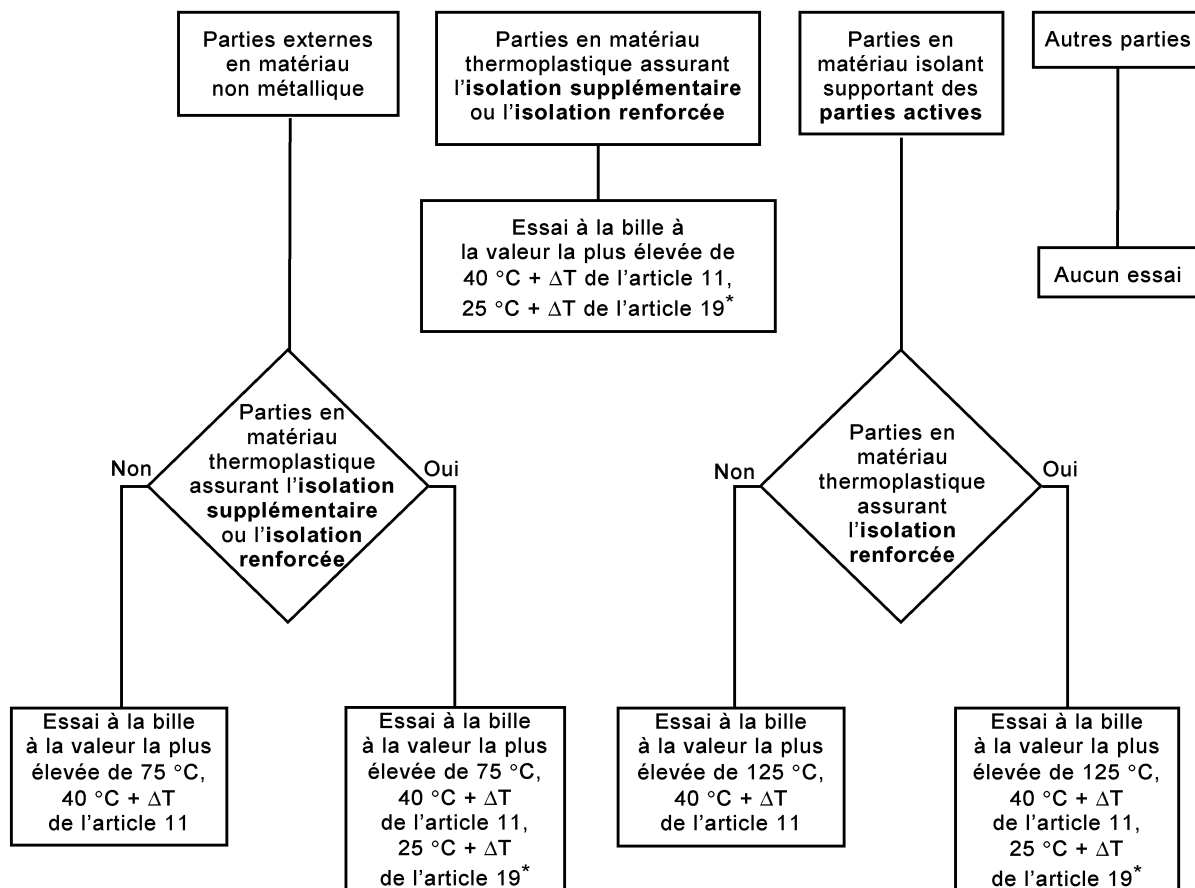
7 Procès-verbal d'essai

Addition:

Le procès-verbal d'essai doit indiquer si la valeur ITC a été déterminée sur la base d'un essai avec 100 gouttes et une tension d'essai de (ITC-25) V.

Annexe O (informative)

Sélection et séquence des essais de l'article 30



* ΔT n'est pas pris en considération si l'essai de 19.4 s'est terminé par le fonctionnement d'un **dispositif de protection sans réarmement automatique** dont le réarmement nécessite l'utilisation d'un **outil** ou l'enlèvement d'un couvercle.

Figure O.1 – Essais pour la résistance à la chaleur

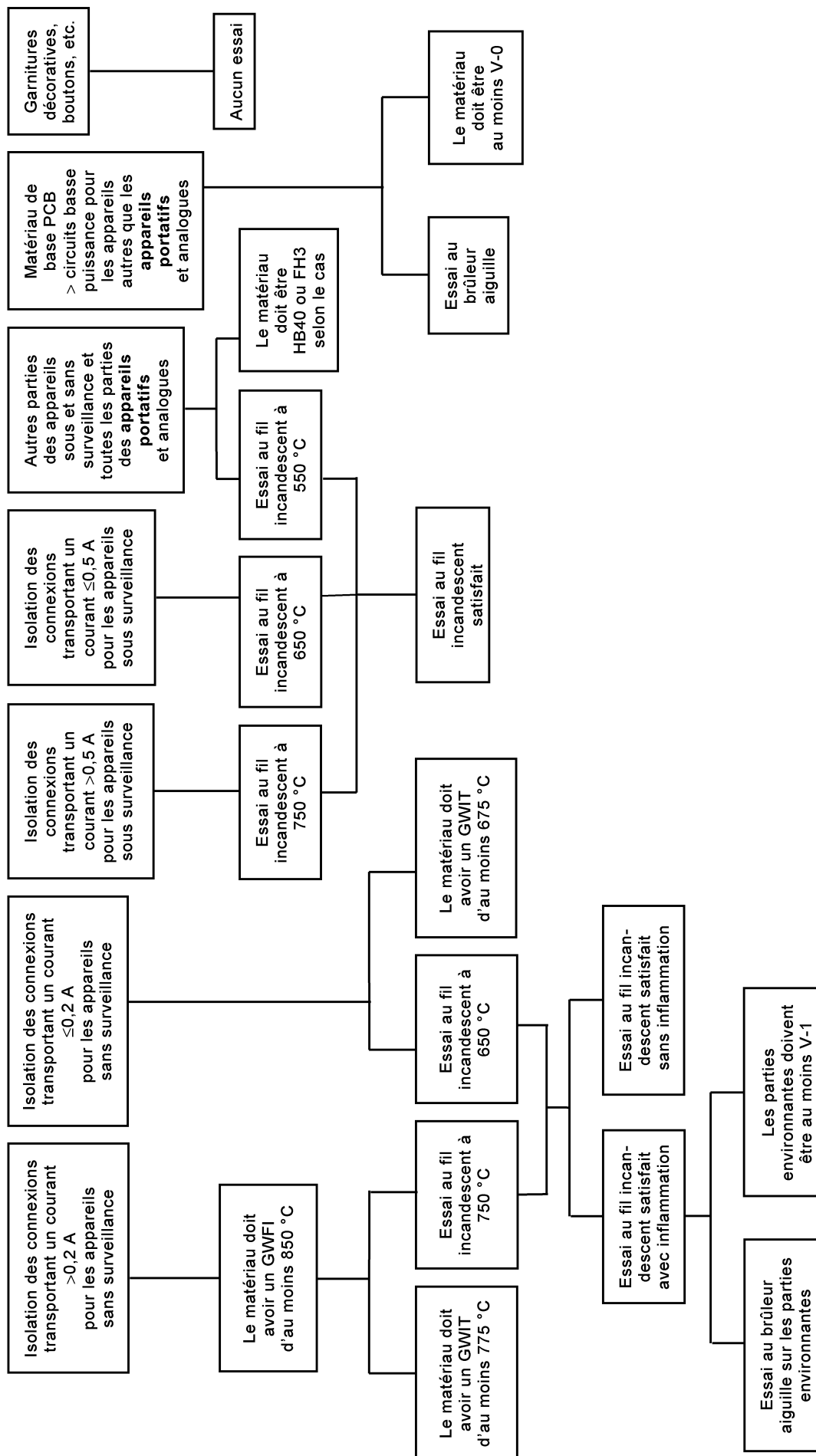


Figure O.2 – Essais pour la résistance au feu

Bibliographie

CEI 60335-2-29, *Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues – Partie 2-29: Règles particulières pour les chargeurs de batterie*

CEI 60364 (toutes les parties), *Installations électriques des bâtiments*

CEI 60601 (toutes les parties), *Appareils électromédicaux*

CEI 60745 (toutes les parties), *Sécurité des outils électroportatifs à moteur*

CEI 60950, *Sécurité des matériels de traitement de l'information*

CEI 61000-3-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

CEI 61000-3-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 3: Limitation des fluctuations de tension et du flicker dans les réseaux basse tension pour les équipements ayant un courant appelé ≤ 16 A*

CEI 61029 (toutes les parties), *Sécurité des machines-outils électriques semi-fixes*

CISPR 11, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 14-1, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1: Emission*

CISPR 14-2, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 2: Immunité – Norme de famille de produits*

Annexe ZA (normative)

Conditions nationales particulières

Condition nationale particulière : Caractéristique ou pratique nationale qu'il n'est pas possible de modifier même sur une longue période, telle que, par exemple, des conditions climatiques ou des conditions électriques de mise à la terre. Si elle affecte l'harmonisation, elle fait partie intégrante de la Norme européenne ou du document d'harmonisation.

Pour les pays pour lesquels les conditions nationales particulières sont applicables, ces dispositions sont normatives, pour les autres pays, elles sont informatives.

Article Condition nationale particulière

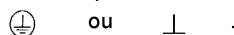
7.12 Danemark

Les câbles d'alimentation des appareils de la classe I, qui sont livrés sans fiche de prise de courant, doivent être munis d'une étiquette visible comportant le texte suivant :

Vigtigt !
Ledere med grøn/gul isolation
må kun tilsluttes en klemme mærket



Important !
Le conducteur comportant une isolation vert/jaune
ne doit être raccordé qu'à une borne marquée



Si c'est essentiel pour la sécurité de l'appareil, l'étiquette doit comporter soit un schéma de câblage indiquant le raccordement des autres conducteurs, soit le texte suivant :

For tilslutning af de øvrige ledere,
se medfølgende installationsvejledning.

Pour le raccordement des autres conducteurs,
voir les instructions d'installation incluses.

19.5 Norvège

L'essai est également applicable aux appareils destinés à être raccordés de façon permanente aux canalisations fixes.

22.2 France et Norvège

Le second alinéa de ce paragraphe, qui traite des appareils de la classe I monophasés, raccordés de façon permanente et comportant des éléments chauffants, n'est pas applicable du fait du système d'alimentation.

Italie

Seules les fiches de prise de courant indiquées dans le Rapport R0BT-005:2001 sont autorisées.

Espagne

Pour les appareils à usage domestique, seules les fiches de prises de courant suivantes sont autorisées :

- conformes à la norme UNE 20315 : ESC 10-1b, C2b, C4, C6 ou ESB 25-5b ;
- conformes à la norme UNE-EN 50075.

Suisse

Les câbles d'alimentations des appareils mobiles, dont le courant assigné ne dépasse pas 10 A, doivent être munis d'une fiche de prise courant conforme à la norme SEV 1011 ou à la CEI 60884-1 et à l'une des feuilles de normes suivantes :

SEV 6532-2.1991	Fiche du type 15	3P+N+PE	250/400 V, 10 A
SEV 6533-2.1991	Fiche du type 11	L+N	250 V, 10 A
SEV 6533-2.1991	Fiche du type 12	L+N+PE	250 V, 10 A

NOTE Les fiches de prise de courant de 16 A n'existent pas dans le système domestique suisse.

Royaume-Uni

Seules les fiches de prises de courant conformes aux feuilles de normes B2 et C5 sont autorisées (voir également Annexe ZB).

25.8 Irlande et Royaume-Uni

Dans le tableau 11, remplacer la ligne pour 10 A et 16 A par :

>10 et ≤13	1,25
>13 et ≤16	1,5.

Annexe ZB (informative)

Divergences A

Divergence A : Divergence nationale due à des règlements dont la modification n'est pas dans l'immédiat de la compétence du membre du CENELEC.

La présente Norme européenne entre dans le cadre de la Directive 73/23/CEE.

NOTE (CEN/CENELEC RI Partie 2, 3.1.9) Lorsqu'une norme relève du domaine d'une Directive CE, la Commission des Communautés Européennes estime (voir JO no C 59, 1982-03-09) que la conséquence de la décision de la Cour de Justice dans le cas 815/79 Cremonini/Vrankovich (Rapports de la Cour Européenne 1980, page 3583) est que la conformité aux divergences A n'est plus obligatoire et que la libre circulation des produits conformes à une telle norme ne peut être restreinte que par la procédure de sauvegarde prévue dans la Directive correspondante.

Les divergences A dans un pays de l'AELE remplacent les dispositions correspondantes de la Norme européenne dans ce pays jusqu'à ce qu'elles aient été supprimées

Article Divergence

4 **Suisse** (Ordonnance sur les substances dangereuses pour l'environnement; RS 814.013 du 9 juin 1986, Annexe 4.1).

Les piles au bioxyde de manganèse-zinc (charbon-zinc) ne peuvent être importées à titre de marchandises de commerce ou être remises par un fabricant que si elles ne contiennent pas davantage de cadmium et de mercure que ne l'exige la technique, mais au plus 250 mg au total par kilogramme de pile.

Les piles alcalines au bioxyde de manganèse-zinc ne peuvent être importées à titre de marchandises de commerce ou être remises par un fabricant que si elles ne contiennent pas davantage de mercure que ne l'exige la technique, mais au plus 10 g de zinc par kilogramme.

7.1 **Italie** (Statutory Instrument N° 105 de 1949)

La tension est de 220 V / 380 V.

25.6 **Irlande** (Statutory instrument No 525 de 1997)

Ces règlements s'appliquent à toutes les fiches de prise de courant pour usage domestique sous une tension au moins égale à 200 V et n'autorisent en général, pour les appareils domestiques, que des fiches conformes à la I.S. 401:1997 ou équivalentes.

Royaume-Uni (Statutory instrument No 1768 de 1994)

Ces règlements s'appliquent à toutes les fiches de prise de courant pour usage domestique sous une tension au moins égale à 200 V et n'autorisent en général, pour les appareils domestiques, que des fiches conformes à la BS 1363. Ils admettent également des fiches conformes à la BS 4573 et à la feuille de norme C5 pour les rasoirs et les brosses à dents.

Annexe ZC (informative)

Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes

Cette Norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette Norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

NOTE Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod), il faut tenir compte de la EN / du HD approprié(e).

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
CEI 60051-2	1984	Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires -- Partie 2: Prescriptions particulières pour les ampèremètres et les voltmètres	EN 60051-2	1989
CEI 60061-1 (mod)	- ¹⁾	Culots de lampes et douilles ainsi que calibres pour le contrôle de l'interchangeabilité et de la sécurité -- Partie 1: Culots de lampes	EN 60061-1	1993 ²⁾
CEI 60065 (mod)	1998	Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues - Exigences de sécurité	EN 60065 + corr. juin	1998 1999
CEI 60068-2-32	- ¹⁾	Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique -- Partie 2:Essais - Essai Ed: Chute libre	EN 60068-2-32	1993 ²⁾
CEI 60068-2-75	- ¹⁾	Essais d'environnement -- Partie 2-75: Essai Eh: Essais aux marteaux	EN 60068-2-75	1997 ²⁾
CEI/TR 60083	- ¹⁾	Prises de courant pour usages domestiques et analogues, normalisées par les pays membres de la CEI	-	-
CEI 60085	- ¹⁾	Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique	HD 566 S1	1990 ²⁾
CEI 60112	1979	Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides	HD 214 S2	1980 ²⁾
EN 60127	Série	Coupe-circuit miniatures	EN 60127	Série

1) Référence non datée

2) Edition valide à ce jour

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
CEI 60227 ³⁾	Série	Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension assignée au plus égale à 450/750 V	-	-
CEI 60238	- ¹⁾	Douilles à vis Edison pour lampes	EN 60238 + corr. février	1998 ²⁾ 1999
CEI 60245 ⁴⁾	Série	Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension assignée au plus égale à 450/750 V	-	-
CEI 60249-2-4	- ¹⁾	Matériaux de base pour circuits imprimés -- Partie 2: Spécifications -- Spécification n° 4: Feuille de tissu de verre époxyde recouverte de cuivre, de qualité courante	EN 60249-2-4 + corr. mars	1994 ²⁾ 1994
CEI 60249-2-5	- ¹⁾	Matériaux de base pour circuits imprimés -- Partie 2: Spécifications -- Spécification n° 5: Feuille de tissu de verre époxyde recouverte de cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale)	EN 60249-2-5 + corr. mars	1994 ²⁾ 1994
CEI 60252	- ¹⁾	Condensateurs des moteurs à courant alternatif	-	-
CEI 60320-1 (mod)	1994	Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues -- Partie 1: Prescriptions générales	EN 60320-1	1996
CEI 60320-2-3	- ¹⁾	Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues -- Partie 2-3: Connecteurs avec degré de protection supérieur à IPX0	EN 60320-2-3	1998 ²⁾
CEI 60384-14	1993	Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques -- Partie 14: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation	-	-
CEI 60417	Série	Symboles graphiques utilisables sur le matériel	EN 60417	Série
CEI 60529	- ¹⁾	Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)	EN 60529 + corr. mai	1991 ²⁾ 1993
CEI 60598-1 (mod)	1999	Luminaires -- Partie 1: Prescriptions générales et essais Luminaires	EN 60598-1 + A11 + A12	2000 2000 2002

3) La série HD 21 s'applique. Cette série est en relation avec la série CEI 60227, mais n'est pas directement équivalente.

4) La série HD 22 s'applique. Cette série est en relation avec la série CEI 60245, mais n'est pas directement équivalente.

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
CEI 60664-1 (mod)	1992	Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension -- Partie 1: Principes, prescriptions et essais	HD 625.1 S1 + corr. novembre	1996 1996
CEI 60664-3	1992	Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension -- Partie 3: Utilisation de revêtements pour réaliser la coordination de l'isolement des cartes imprimées équipées	HD 625.3 S1	1997
CEI 60695-2-2	1991	Essais relatifs aux risques du feu -- Partie 2: Méthodes d'essai -- Section 2: Essai au brûleur-aiguille	EN 60695-2-2	1994
CEI 60695-2-11	- ¹⁾	Essais relatifs aux risques du feu -- Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant - Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis	EN 60695-2-11	2001 ²⁾
CEI 60695-2-12	- ¹⁾	Essais relatifs aux risques du feu -- Partie 2-12: Essais au fil incandescent/chauffant - Méthode d'essai d'inflammabilité sur matériaux	EN 60695-2-12	2001 ²⁾
CEI 60695-2-13	- ¹⁾	Essais relatifs aux risques du feu -- Partie 2-13: Essais au fil incandescent/chauffant - Méthode d'essai d'allumabilité pour matériaux	EN 60695-2-13	2001 ²⁾
CEI 60695-10-2	- ¹⁾	Essais relatifs aux risques du feu -- Partie 10: Guide et méthodes d'essai pour la minimalisation des effets de chaleurs anormales sur des produits électrotechniques impliqués dans les feux -- Section 2: Méthode pour vérifier la résistance à la chaleur des produits en matériaux non métalliques au moyen de l'essai à la bille	-	-
CEI 60695-11-10	1999	Essais relatifs aux risques du feu -- Partie 11-10: Flamme d'essai - Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W	EN 60695-11-10	1999
CEI 60730-1 (mod)	1999	Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue -- Partie 1: Règles générales	EN 60730-1	2000
CEI 60738-1	- ¹⁾	Thermistances à basculement à coefficient de température positif à chauffage direct -- Partie 1: Spécification générique	EN 60738-1	1999 ²⁾

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
CEI 60906-1	- ¹⁾	Système CEI de prises de courant pour usages domestiques et analogues - Première partie: Prises de courant 16 A 250 V c.a.	-	-
CEI 60990	1999	Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection	EN 60990	1999
CEI 60998-2-1 (mod)	- ¹⁾	Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue -- Partie 2-1: Règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées à organes de serrage à vis	EN 60998-2-1	1993 ²⁾
CEI 60998-2-2	- ¹⁾	Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes -- Part 2-2: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screwless-type clamping units	EN 60998-2-2	1993 ²⁾
CEI 60999-1	- ¹⁾	Dispositifs de connexion - Conducteurs électriques en cuivre - Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis -- Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm ² à 35 mm ² (inclus)	EN 60999-1	2000 ²⁾
CEI 61032	1997	Protection des personnes et des matériels par les enveloppes - Calibres d'essai pour la vérification	EN 61032	1998
CEI 61058-1	2000	Interrupteurs pour appareils -- Partie 1: Règles générales	-	-
CEI 61180-1	- ¹⁾	Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension -- Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais	EN 61180-1	1994 ²⁾
CEI 61180-2	- ¹⁾	Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension -- Partie 2: Matériel d'essai	EN 61180-2	1994 ²⁾
CEI 61558-1 (mod)	1997	Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues -- Partie 1: Règles générales et essais	EN 61558-1	1997

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
CEI 61558-2-6	1997	Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues -- Partie 2-6: Règles particulières pour les transformateurs de sécurité pour usage général	EN 61558-2-6	1997
CEI 61643-1	- ¹⁾	Parafoudres connectés aux systèmes de distribution basse tension -- Partie 1: Prescriptions et essais	-	-
ISO 1463	- ¹⁾	Revêtements métalliques et couches d'oxyde -- Mesurage de l'épaisseur -- Méthode par coupe micrographique	EN ISO 1463	1994 ²⁾
ISO 2178	- ¹⁾	Revêtements métalliques non magnétiques sur métal de base magnétique -- Mesurage de l'épaisseur du revêtement -- Méthode magnétique	-	-
ISO 2768-1	- ¹⁾	Tolérances générales -- Partie 1: Tolérances pour dimensions linéaires et angulaires non affectées de tolérances individuelles	EN 22768-1	1993 ²⁾
ISO 7000	- ¹⁾	Symboles graphiques utilisables sur le matériel -- Index et tableau synoptique	-	-
ISO 9772	1994	Plastiques alvéolaires -- Détermination des caractéristiques de combustion de petites éprouvettes en position horizontale, soumises à une petite flamme	-	-

Annexe ZD
(informative)

Dénominations CEI et CENELEC des câbles souples

Type de câble souple	Dénomination	
	CEI	CENELEC
<i>Câbles isolés au PVC</i>		
Câble à fils rosette	60227 IEC 41	H03VH-Y
Câble souple sous gaine légère de polychlorure de vinyle	60227 IEC 52	H03VV-F H03VVH2-F
Câble souple sous gaine ordinaire de polychlorure de vinyle	60277 IEC 53	H05VV-F H05VVH2-F
<i>Câbles isolés au caoutchouc</i>		
Cordon sous tresse	60245 IEC 51	H03RT-F
Câble souple sous gaine ordinaire de caoutchouc	60245 IEC 53	H05RR-F
Câble souple sous gaine ordinaire de polychloroprène	60245 IEC 57	H05RN-F
Câble sous gaine épaisse de polychloroprène	60245 IEC 66	H07RN-F
<i>Câbles ayant une flexibilité élevée</i>		
Câble sous gaine et isolation caoutchouc	60245 IEC 86	H03RR-H
Câble sous gaine PVC réticulé et isolation caoutchouc	60245 IEC 87	H03RV4-H
Câble sous gaine et isolation PVC réticulé	60245 IEC 88	H03V4V4-H

**Correspondance entre les documents internationaux cités en référence
et les documents CENELEC et/ou français à appliquer**

Document international cité en référence	Document correspondant			
	CENELEC (EN ou HD)		français (NF ou UTE)	
CEI 60051-2	1984	EN 60051-2	1989	NF EN 60051-2 (1990) (C 42-101)
CEI 60061-1 (mod)	-	EN 60061-1	1993	NF EN 60061-1 (1993) (C 61-501)
CEI 60065 (mod)	1998	EN 60065	1998	-
CEI 60068-2-32	-	EN 60068-2-32	1993	NF EN 60068-2-32 (1994) (C 20-732)
CEI 60068-2-75	-	EN 60068-2-75	1997	NF EN 60068-2-75 (1998) (C 20-775)
CEI/TR 60083	-	-	-	-
CEI 60085	-	HD 566 S1	1990	NF C 26-206 (1985)
CEI 60112	1979	HD 214 S2	1980	NF C 26-220 (1980)
CEI 60127	Série	EN 60127	Série	NF EN 60417 série (C 03-417-X)
CEI 60227	Série	-	-	-
CEI 60238	-	EN 60238	1998	NF EN 60238 (1999) (C 61-550)
CEI 60249-2-4	-	EN 60249-2-4	1994	NF EN 60249-2-4 (1996) (C 93-754)
CEI 60249-2-5	-	EN 60249-2-5	1994	NF EN 60249-2-5 (1996) (C 93-755)
CEI 60252	-	-	-	-
CEI 60320-1 (mod)	1994	EN 60320-1	1996	-
CEI 60320-2-3	-	EN 60320-2-3	1998	NF EN 60320-2-3 (1999) (C 61-353)
CEI 60384-14	1993	-	-	-
CEI 60417	Série	EN 60417	Série	NF EN 60127 série (C 60-4XX)
CEI 60529	-	EN 60529	1991	NF EN 60529 (1992) (C 20-010)
CEI 60598-1 (mod)	1999	EN 60598-1	2000	NF EN 60598-1 (2001)
		+A11	2000	(C 71-000)
		+A12	2002	A12 (2002)
CEI 60664-1 (mod)	1992	HD 625.1 S1	1996	-
CEI 60664-3	1992	HD 625.3 S1	1997	-
CEI 60695-2-2	1991	EN 60695-2-2	1994	NF EN 60695-2-2 (1994) (C 20-922)
CEI 60695-2-11	-	EN 60695-2-11	2001	NF EN 60695-2-11 (2001) (C 20-924-2-11)
CEI 60695-2-12	-	EN 60695-2-12	2001	NF EN 60695-2-12 (2001) (C 20-924-2-12)
CEI 60695-2-13	-	EN 60695-2-13	2001	NF EN 60695-2-13 (2001) (C 20-924-2-13)
CEI 60695-10-2	-	-	-	-

(à suivre)

**Correspondance entre les documents internationaux cités en référence
et les documents CENELEC et/ou français à appliquer (fin)**

Document international cité en référence		Document correspondant			
		CENELEC (EN ou HD)		français (NF ou UTE)	
CEI 60695-11-10	1999	EN 60695-11-10	1999	NF EN 60695-11-10 (2000) (C 20-911-10)	
CEI 60730-1 (mod)	1999	EN 60730-1	2000	NF EN 60730-1 (2001) (C 47-730)	
CEI 60738-1	-	EN 60738-1	1999	NF EN 60738-1 1) (C 83-290-1)	
CEI 60906-1	-	-	-	-	
CEI 60990	1999	EN 60990	1999	NF EN 60990 (2000) (C 70-300)	
CEI 60998-2-1 (mod)	-	EN 60998-2-1	1993	NF EN 60998-2-1 (1993) (C 60-001)	
CEI 60998-2-2	-	EN 60998-2-2	1993	NF EN 60998-2-2 (1994) (C 60-002)	
CEI 60999-1	-	EN 60999-1	2000	NF EN 60999-1 (2000) (C 60-010)	
CEI 61032	1997	EN 61032	1998	NF EN 61032 (1998) (C 20-013)	
CEI 61058-1	2000	En 61058-1	2002	NF EN 61058-1 1) (C 61-120)	
CEI 61180-1	-	EN 61180-1	1994	NF EN 61180-1 (1995) (C 41-106)	
CEI 61180-2	-	EN 61180-2	1994	NF EN 61180-2 (1995) (C 41-107)	
CEI 61558-1 (mod)	1997	EN 61558-1	1997	NF EN 61558-1 (1999) (C 52-558-1)	
CEI 61558-2-6	1997	EN 61558-2-6	1997	NF EN 61558-2-6 (1999) (C 52-558-2-6)	
CEI 61643-1	-	-	-	-	
ISO 1463	-	EN ISO 1463	1995	NF EN ISO 1463 (1995) (A 91-110)	
ISO 2178	-	EN ISO 2178	1995	NF EN ISO 2178 (1995) (A 91-112)	
ISO 2768-1	-	EN 2768-1	1993	-	
ISO 7000	-	-	-	X 05-005 (1991)	
ISO 9772	1994	-	-	-	

Note : Les documents de la classe C sont en vente à l'Union technique de l'Electricité et de la Communication - BP 23 - 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex - tél. : 01 40 93 62 00 ainsi qu'au service diffusion de l'Association française de normalisation - 11, rue Francis de Pressensé - 93571 Saint-Denis La Plaine Cedex - tél. : 01 41 62 80 00.

Les documents CEI sont en vente à l'UTE.

Les documents de la classe A et X et les documents ISO sont en vente à AFNOR.

1) En préparation

NF EN ISO 7250

Novembre 1997

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients Normes en ligne. Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of AFNOR Webshop (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.

Boutique AFNOR

Pour : BONNET NEVE SA

Code client : 8645900

Commande : N-20060418-157319-MA

le 18/4/2006 - 14:51

Diffusé par



Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5, et Code Pénal art. 425).

norme européenne

norme française

NF EN ISO 7250
Novembre 1997

Indice de classement : X 35-003

ICS : 13.180

Mesurages de base du corps humain pour la conception technologique

E : Basic human body measurements for technological design
D : Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 5 octobre 1997 pour prendre effet le 5 novembre 1997.

Remplace la norme homologuée NF X 35-003, de juillet 1984.

Correspondance

La norme européenne EN ISO 7250:1997 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la norme internationale ISO 7250:1996.

Analyse

Le présent document fournit une liste élémentaire de mesures anthropométriques permettant d'établir des données comparables relatives à divers groupes de population.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : ergonomie, corps humain, caractéristique anthropométrique, mesurage, liste.

Modifications

Par rapport au document remplacé, ajouts de nouvelles mesures.

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex
Tél. : 01 42 91 55 55 - Tél. international : + 33 1 42 91 55 55



Ergonomie

AFNOR X35A

Membres de la commission de normalisation

Président : M METZ

Secrétariat : MME GAUVAIN - AFNOR

M	AMPHOUX	APAS MT
M	AUBERTIN	INRS
MME	BACHELARD	SNCF
M	BARBIER	CTBA
M	BERTHOLIER	NCR FRANCE SA
M	BLOT	UGAP
M	BOGOPOLSKY	ADF
M	BRIAND	ÉCOLE NATIONALE D'INGÉNIEURS
M	CNOCKAERT	INRS
M	COBLENTZ	FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS
M	COUDERT	UGAP
M	CROCHART	FRANCE TÉLÉCOM CNET
M	DECOSTER	RNUR
M	DELHAYE	SNCF
M	DEMANGE	CTBA
M	DIEN	EDF - DER
MME	DROUIN	EDF - DER
M	DUBOIS	BULL SA
M	ÉTIENNE	ASSECO CFDT
M	GATTEGNO	IBM FRANCE
M	GAUDEMER	LNE
M	GODEFROY	MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ SOCIALE - CNAM
M	GUÉRIN	ANACT
M	KAPITANIAK	CNRS
M	KAUFFMAN	HEWLETT PACKARD
MME	KERAVEL	SNCF
M	KOUTCHER	RNUR
M	LACQUEMANT	MINISTÈRE DE LA DÉFENSE - DCA
MME	LAVALETTE	MINISTÈRE DU TRAVAIL - INSPECTION DU TRAVAIL
M	LIONNET	INSÉE
M	MAZOYER	BULL SA
M	MERY	EDF - GDF - MÉDECINE DU TRAVAIL
M	METZ	FACULTÉ DE MÉDECINE
M	NOEUVÉGLISE	CFE - CGC
M	PERNOLLET	UNM
M	PIEDNOIR	RANK XEROX SA
M	PTERNITIS	CERCHAR
MME	RIBADEAU-DUMAS	MINISTÈRE DU TRAVAIL - DRT
M	SCAPIN	INRIA
M	SEDES	FO
M	SOUED	MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ SOCIALE - CNAM
M	STEMPFER	CRAM
M	TAMBOUR	RATP
M	TISSERAND	INRS
M	VALIN	AFE
M	VANDEVYVER	INRS
M	WENDLING	CRAM

**NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD**

EN ISO 7250

Juillet 1997

ICS 13.180

Descripteurs : ergonomie, corps humain, caractéristique anthropométrique, mesurage, technique de mesure, étude.

Version française

**Mesurages de base du corps humain pour la conception technologique
(ISO 7250:1996)**

Wesentliche Maße des menschlichen Körpers
für die technische Gestaltung
(ISO 7250:1996)

Basic human body measurements
for technological design
(ISO 7250:1996)

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 1997-06-12.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite dans une autre langue par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

© CEN 1997 Tous droits d'exploitation sous quelque forme et de quelque manière que ce soit réservés dans le monde entier aux membres nationaux du CEN.

Avant-propos

Le texte de la norme internationale provenant du Comité Technique ISO/TC 159 «Ergonomie» de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) a été repris comme norme européenne par le Comité Technique CEN/TC 122 «Ergonomie» dont le secrétariat est tenu par le DIN.

Cette norme européenne a été élaborée en coopération avec le CEN/TC 122 «Ergonomie» et remplace le prEN 979.

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement au plus tard en janvier 1998, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en janvier 1998.

La présente norme européenne a été élaborée dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Échange et vient à l'appui des exigences essentielles de la (des) Directive(s) UE.

Pour la relation avec la (les) Directive(s) UE, voir l'annexe ZA, informative, qui fait partie intégrante de la présente norme.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

Notice d'entérinement

Le texte de la norme internationale ISO 7250:1996 a été approuvé par le CEN comme norme européenne sans aucune modification.

Sommaire

	Page
1	1
2	1
3	3
3.1	3
3.2	3
3.3	3
3.4	3
3.5	3
4	3
4.1	3
4.2	7
4.3	13
4.4	17
Annexe	
A	22

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 7250 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 159, *Ergonomie*, sous-comité SC3, *Anthropométrie et biomécanismes*.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

Introduction

Le bien-être des personnes dépend, pour une grande part, des relations dimensionnelles qu'elles ont avec différents facteurs tels que leurs vêtements, leurs espaces de travail, leurs moyens de transport, leur habitat et leurs activités de loisir. Afin d'assurer une certaine harmonie entre les individus et leur environnement, il est nécessaire de quantifier leurs dimensions et formes pour les utiliser dans l'optimisation de la conception technologique des espaces de travail et d'habitation.

Page laissée intentionnellement blanche

Définitions des mesures de base du corps humain pour la conception technologique

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fournit une description de mesures anthropométriques qui peuvent être utilisées comme base de comparaison des groupes de populations.

La liste de base prescrite dans la présente Norme internationale a pour but de servir de guide aux ergonomes qui doivent définir des groupes de population et qui doivent utiliser leurs connaissances dans la conception dimensionnelle des espaces de travail et de vie.

Cette liste n'a pas pour but de servir de guide sur la façon de prendre des mesures anthropométriques, mais elle donne des informations aux ergonomes et concepteurs sur les bases anatomiques et anthropométriques, ainsi que les principes de mesures qui s'appliquent lors de solution de tâches de conception.

La présente Norme internationale peut être utilisée conjointement avec les réglementations et accords nationaux ou internationaux, afin d'harmoniser la définition des groupes de population. Dans ses diverses applications, il est prévu que la liste de base sera complétée par des mesures additionnelles spécifiques.

2 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

2.1 groupe de population: Groupe de personnes ayant des activités ou un environnement communs.

NOTE - Ces groupes peuvent être aussi divers que des populations définies par leur implantation géographique ou des groupes d'âge particuliers.

2.2 Termes anthropométriques¹⁾

2.2.1 point acromial; acromial: Point le plus externe du bord latéral de l'épine de l'omoplate.

NOTE - La hauteur acromiale est habituellement considérée comme étant égale à la hauteur de l'épaule.

2.2.2 antérieur; ventral: À l'avant du corps.

2.2.3 bi: Préfixe indiquant la liaison ou relation entre deux parties symétriques.

NOTE - Par exemple, biacromial, bitragus.

2.2.4 biceps femoris: Un des grands muscles postérieurs de la cuisse.

2.2.5 point cervical: Protubérance correspondant à la pointe de l'apophyse épineuse de la septième vertèbre cervicale.

1) Un glossaire détaillé des termes est donné dans les publications référencées dans l'annexe A.

- 2.2.6 muscle deltoïde:** Grand muscle du bord latéral du bras dans la région de l'épaule.
- 2.2.7 distal:** À distance de la masse principale du corps.
- 2.2.8 plan de Francfort:** Plan horizontal conventionnel situé au niveau du bord supérieur de l'ouverture du méat auditif externe (conduit externe de l'oreille) et du bord inférieur de l'orbite (bord inférieur de la cavité intérieure de l'œil), quand le plan médian de la tête est fixé verticalement.
- 2.2.9 glabelle:** Point du front le plus antérieur, dans le plan sagittal, entre les arcades sourcilières.
- 2.2.10 pli fessier:** Pli de peau entre la fesse et la cuisse.
- 2.2.11 axe de préhension:** Axe longitudinal d'une baguette tenue dans la main, la baguette permettant de localiser l'axe de préhension du poing.
- 2.2.12 inférieur; caudal:** À distance de la tête, vers le bas.
- 2.2.13 inion:** Point osseux le plus bas de l'occiput, dans le plan sagittal, pouvant être palpé entre les muscles de la nuque.
- 2.2.14 latéral:** Vers les côtés du corps.
- 2.2.15 médian:** Vers l'axe du corps.
- 2.2.16 menton; gnathion:** Point situé à l'extrémité inférieure du menton dans le plan sagittal.
- 2.2.17 mésosternien:** Point situé à la jonction de la troisième et de la quatrième côte.
- 2.2.18 métacarpien:** Appartenant aux os longs de la main, entre le carpe et les phalanges.
- 2.2.19 nasion; sellion:** Point le plus profond de l'ensellure nasale.
- 2.2.20 phalange:** Os des doigts et des orteils.
- 2.2.21 postérieur; dorsal:** Vers le dos.
- 2.2.22 apophyse:** Protubérance osseuse.
- 2.2.23 proximal:** Près de la masse principale du corps.
- 2.2.24 radius:** Os long de l'avant-bras, situé du côté du pouce.
- 2.2.25 sagittal:** Appartenant au plan antéro-postérieur (de l'avant vers l'arrière) médian du corps (mi-sagittal), ou à un plan parallèle au plan médian (para-sagittal).
- 2.2.26 apophyse styloïde:** Protubérance du poignet la plus distale du radius ou de l'ulna.
- 2.2.27 supérieur; céphalique:** Vers la tête, vers le sommet.
- 2.2.28 cartilage thyroïde:** Cartilage faisant saillie sur la face antérieure du cou.
- 2.2.29 point tibial:** Point situé sur le bord antéro-médian de la tête du tibia de la jambe.
- 2.2.30 tragion:** Point situé à l'encoche juste au-dessus du tragus (petit cartilage situé en avant de l'orifice du conduit auditif).
- 2.2.31 ulna; cubitus:** Os long de l'avant-bras, situé du côté de l'auriculaire.
- 2.2.32 vertex:** Sommet de la tête, dans le plan sagittal, quand celle-ci est orientée dans le plan de Francfort.

3 Conditions de prise des mesures

Il est important que les conditions suivantes soient attestées conjointement aux résultats numériques de chaque enquête. Il est recommandé de fournir des photographies ou des schémas détaillés des mesures, ainsi que des procédures de prise de mesures.

3.1 Tenue vestimentaire du sujet

Pendant les mesures, le sujet doit être nu ou vêtu au minimum, tête nue et déchaussé.

3.2 Surfaces de support

Les surfaces de stationnement (sols), les plates-formes d'essai et les surfaces d'assise doivent être planes, horizontales et incompressibles.

3.3 Symétrie corporelle

Lorsque les mesures peuvent être prises de chaque côté du corps, il est recommandé de la prendre sur les deux côtés. Si cela est impossible, le côté sur lequel la mesure aura été effectuée devrait être indiqué.

3.4 Instruments de mesure

Les instruments de mesure normaux recommandés sont la toise, le pied à coulisse, le compas d'épaisseur, le pèse-personne et le mètre-ruban.

3.4.1 La toise est un instrument destiné aux mesures de distances linéaires entre des points du corps et des surfaces de référence normales, telles que le sol ou la plate-forme d'assise.

3.4.2 Le pied à coulisse et le compas d'épaisseur servent à mesurer les largeurs et épaisseurs des segments corporels, ainsi que les distances entre points de repère.

3.4.3 Le mètre-ruban est utilisé pour mesurer des arcs et des périmètres. Pour déterminer la saillie maximale postérieure d'une personne assise, utiliser un cube de mesurage de 200 mm d'arête. Pour effectuer des mesures de prises, utiliser une tige de 20 mm de diamètre²⁾.

3.5 Autres conditions

Pour le thorax et autres mesures affectées par la respiration, il est recommandé de mesurer en cours de respiration calme.

4 Mesures anthropométriques de base

4.1 Mesures prises sur le sujet debout

4.1.1 Masse corporelle (poids)

Description: Masse totale (poids total) du corps.

Méthode: Sujet debout sur un pèse-personne.

Instrument: Pèse-personne.

2) Pour une description détaillée des procédures de prise de mesures, voir référence [2] dans l'annexe A.

4.1.2 Stature (taille ou hauteur corporelle)

Description: Distance verticale entre le sommet de la tête (vertex) et le sol. Voir figure 1.

Méthode: Sujet debout, redressé au maximum, pieds joints. Tête orientée dans le plan de Francfort.

Instrument: Toise

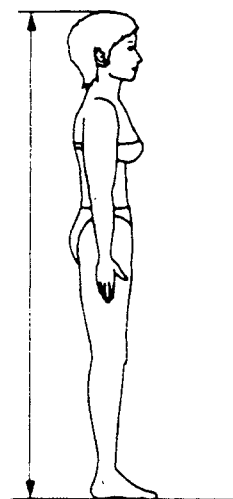


Figure 1

4.1.3 Hauteur de l'œil

Description: Distance verticale entre l'angle extérieur de l'œil et le sol. Voir figure 2.

Méthode: Sujet debout, redressé au maximum, pieds joints. Tête orientée dans le plan de Francfort.

Instrument: Toise.

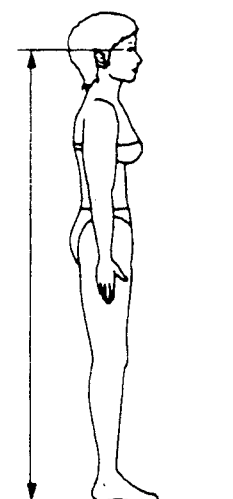


Figure 2

4.1.4 Hauteur acromiale (hauteur des épaules)

Description: Distance verticale entre le point acromial et le sol. Voir figure 3.

Méthode: Sujet debout, redressé au maximum, pieds joints. Les épaules sont relâchées, les bras tombent le long du corps.

Instrument: Toise.

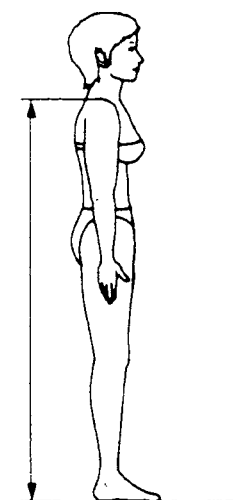


Figure 3

4.1.5 Hauteur du coude

Description: Distance verticale entre le point le plus bas du coude fléchi (olécrane) et le sol. Voir figure 4.

Méthode: Sujet debout, redressé au maximum, pieds joints. Les bras tombent le long du corps, l'avant-bras est fléchi à angle droit.

Instrument: Toise.

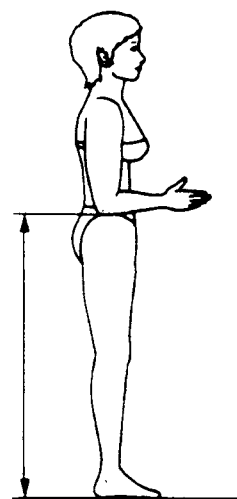


Figure 4

4.1.6 Hauteur iliospinale, sujet debout

Description: Distance entre l'épine iliaque antéro-supérieure (l'extrémité dirigée vers le bas de la crête iliaque) et le sol. Voir figure 5.

Méthode: Sujet debout, redressé au maximum, pieds joints.

Instrument: Toise.

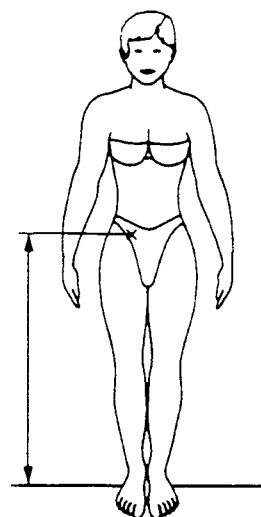


Figure 5

4.1.7 Hauteur de l'entrejambe

Description: Distance verticale entre le sol et le point le plus inférieur de l'os pubien. Voir figure 6.

Méthode: Le sujet debout écarte les jambes de 100 mm au maximum, et le bras mobile de l'instrument de mesure est monté contre la face interne de la cuisse, jusqu'au contact avec l'os pubien. Puis le sujet joint les jambes et reste debout pendant la mesure.

Instrument: Toise.

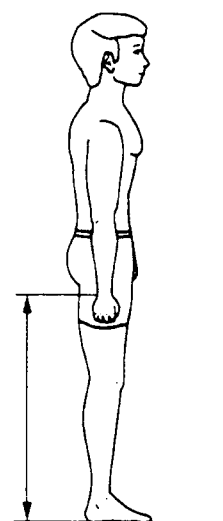


Figure 6

4.1.8 Hauteur tibiale

Description: Distance verticale entre le bord médial du point tibial et le sol. Voir figure 7.

Méthode: Sujet debout, redressé au maximum, pieds joints.

Instrument: Toise.

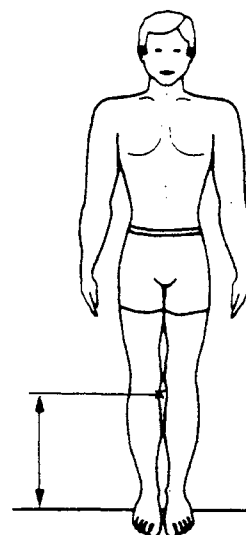


Figure 7

4.1.9 Épaisseur du thorax, sujet debout

Description: Épaisseur du thorax mesurée à mi-longueur du sternum dans le plan saggital médian. Voir figure 8.

Méthode: Sujet debout, redressé au maximum, pieds joints. Les bras pendent le long du corps.

Instrument: Grand pied à coulisse à réglettes incurvées.

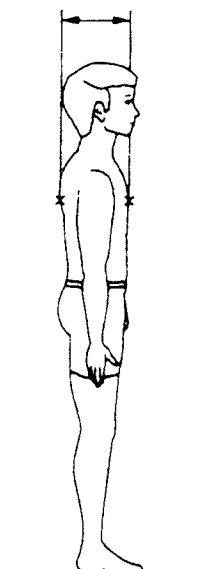


Figure 8

4.1.10 Épaisseur du corps, sujet debout

Description: Épaisseur maximale du corps. Voir figure 9.

Méthode: Sujet debout contre un mur, pieds joints, bras tombant le long du corps.

Instrument: Toise.

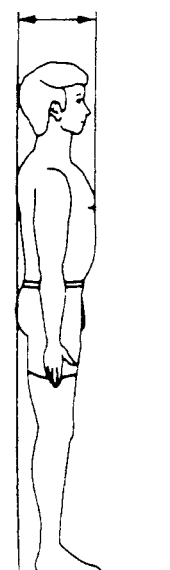


Figure 9

4.1.11 Largeur thoracique, sujet debout

Description: Largeur du torse mesurée à mi-hauteur du sternum. Voir figure 10.

Méthode: Sujet debout, pieds joints, bras tombant le long du corps.

Instrument: Toise (grand pied à coulisse), grand compas d'épaisseur.

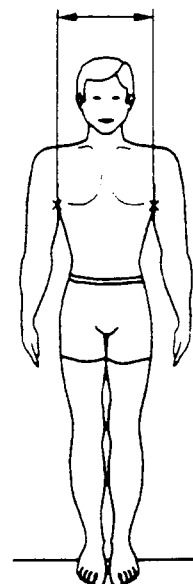


Figure 10

4.1.12 Largeur du bassin, sujet debout

Description: Distance horizontale maximale mesurée entre les hanches. Voir figure 11.

Méthode: Sujet debout, pieds joints. La mesure est prise sans exercer de pression sur les parties molles.

Instrument: Toise (grand pied à coulisse), grand compas d'épaisseur.

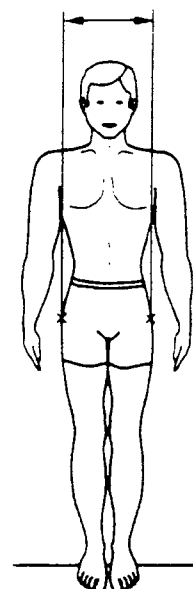


Figure 11

4.2 Mesures prises sur le sujet en position assise

4.2.1 Taille assis (position redressée)

Description: Distance verticale entre le sommet de la tête (vertex) et la surface d'assise. Voir figure 12.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, cuisses en appui sur l'assise et jambes pendantes. La tête est orientée dans le plan de Francfort.

Instrument: Toise.

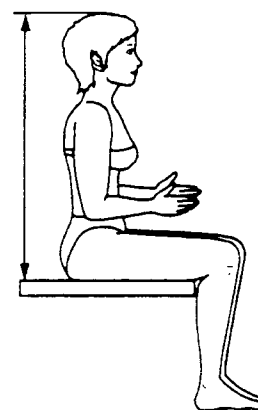


Figure 12

4.2.2 Hauteur de l'œil, sujet assis

Description: Distance verticale entre l'angle externe de l'œil (entocanthion) et la surface d'assise. Voir figure 13.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, cuisses en appui sur l'assise et jambes pendantes. La tête est orientée dans le plan de Francfort.

Instrument: Toise.

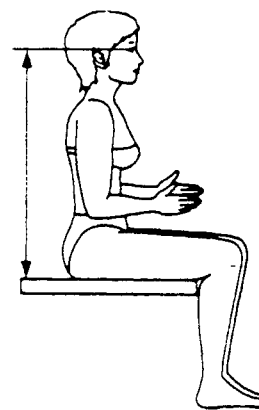


Figure 13

4.2.3 Hauteur du point cervical, sujet assis

Description: Distance verticale entre le point cervical et la surface d'assise. Voir figure 14.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, cuisse en appui sur l'assise et jambes pendantes. La tête est orientée dans le plan de Francfort.

Instrument: Toise.

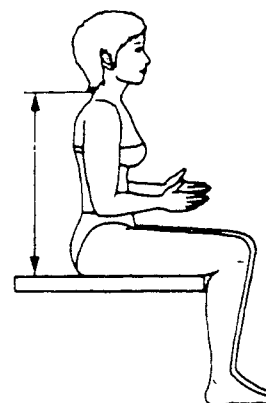


Figure 14

4.2.4 Hauteur de l'épaule, sujet assis

Description: Distance verticale entre le point acromial et la surface d'assise. Voir figure 15.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, cuisses en appui sur l'assise et jambes pendantes. Les épaules sont relâchées et les bras tombent le long du corps.

Instrument: Toise.

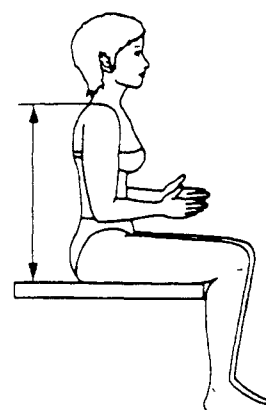


Figure 15

4.2.5 Hauteur du coude, sujet assis

Description: Distance verticale entre la surface d'assise et le point osseux le plus bas du coude à angle droit, l'avant-bras étant horizontal. Voir figure 16.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, cuisses en appui sur l'assise et jambes pendantes. Les bras tombent le long du corps et les avant-bras sont horizontaux.

Instrument: Toise.

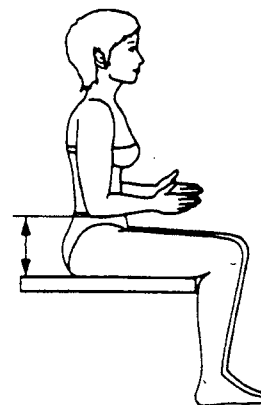


Figure 16

4.2.6 Hauteur coude-épaule

Description: Distance verticale entre le point acromial et le point osseux le plus bas du coude fléchi à angle droit, l'avant-bras étant horizontal. Voir figure 17.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, cuisses en appui sur l'assise et jambes pendantes. Les bras tombent le long du corps et les avant-bras sont horizontaux.

Instrument: Toise (grand pied à coulisse).

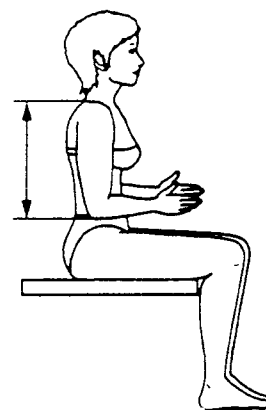


Figure 17

4.2.7 Longueur coude-poignet

Description: Distance horizontale entre l'apophyse styloïde de l'ulna (cubitus) et le plan vertical de référence. Voir figure 18.

Méthode: Sujet assis ou debout, épaules et dos en appui contre une surface verticale. Les bras pendent le long du corps, les avant-bras sont horizontaux.

Instrument: Toise.

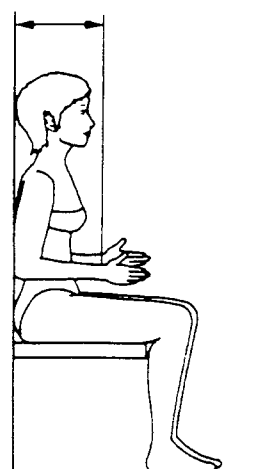


Figure 18

4.2.8 Largeur biacromiale

Description: Distance horizontale entre les deux points acromiaux. Voir figure 19.

Méthode: Sujet assis ou debout, redressé au maximum, épaules relâchées.

Instrument: Grand pied à coulisse ou grand compas d'épaisseur.

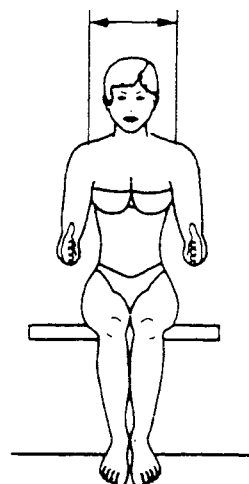


Figure 19

4.2.9 Largeur (bideltoïde) aux épaules

Description: Distance entre les extrémités latérales des muscles deltoïdes. Voir figure 20.

Méthode: Sujet assis ou debout, redressé au maximum, épaules relâchées.

Instrument: Grand pied à coulisse ou grand compas d'épaisseur.

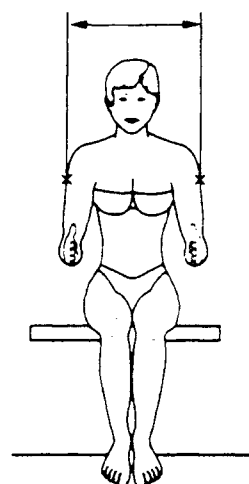


Figure 20

4.2.10 Largeur coude à coude

Description: Distance horizontale maximale entre les points les plus externes des deux coudes. Voir figure 21.

Méthode: Sujet assis ou debout, redressé au maximum, bras le long du corps en contact avec les flancs. Les avant-bras sont tendus à l'horizontale, parallèles, et parallèlement au sol. La mesure est prise sans exercer de pression sur la chair au niveau des coudes.

Instrument: Grand pied à coulisse ou grand compas d'épaisseur.

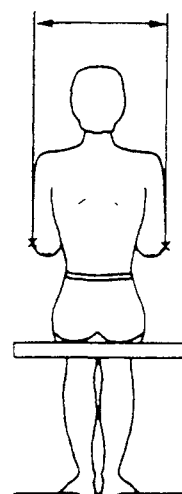


Figure 21

4.2.11 Largeur du bassin, sujet assis

Description: Distance horizontale entre les extrémités des hanches. Voir figure 22.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, cuisses en appui sur l'assise, jambes pendantes, genoux joints. La mesure est prise sans exercer de pression sur la chair au niveau des hanches.

Instrument: Grand compas d'épaisseur.

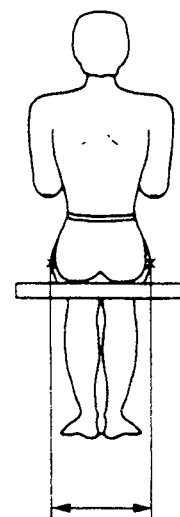


Figure 22

4.2.12 Longueur de la jambe (hauteur du creux poplité)

Description: Distance verticale entre la surface d'appui des pieds et la face interne de la cuisse immédiatement derrière le genou plié à angle droit. Voir figure 23.

Méthode: La cuisse et la jambe du sujet font un angle droit. Le sujet peut être assis ou se tenir debout avec le pied posé sur une plate-forme élevée. Le bras mobile de l'instrument est amené contre le tendon du biceps fémoris relâché.

Instrument: Toise.

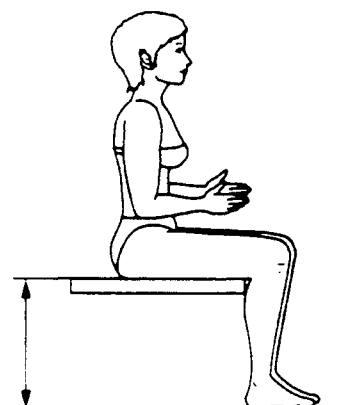


Figure 23

4.2.13 Épaisseur de la cuisse

Description: Distance verticale entre le point le plus haut de la face supérieure de la cuisse et la surface d'assise. Voir figure 24.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, cuisses et jambes faisant un angle droit. Les pieds sont posés à plat sur le sol.

Instrument: Toise.

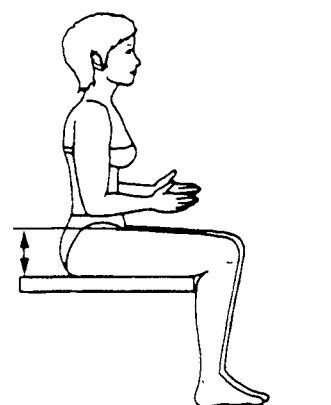


Figure 24

4.2.14 Hauteur du genou

Description: Distance verticale entre le point le plus haut du bord supérieur de la rotule et le sol. Voir figure 25.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, cuisses et jambes faisant un angle droit. Les pieds sont posés à plat sur le sol.

Instrument: Toise.

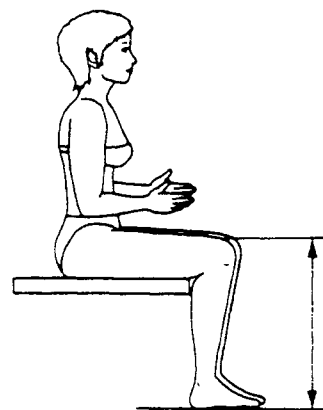


Figure 25

4.2.15 Épaisseur de l'abdomen, sujet assis

Description: Épaisseur maximale de l'abdomen, le sujet étant assis. Voir figure 26.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, les bras le long du corps.

Instrument: Toise (grand pied à coulisse).

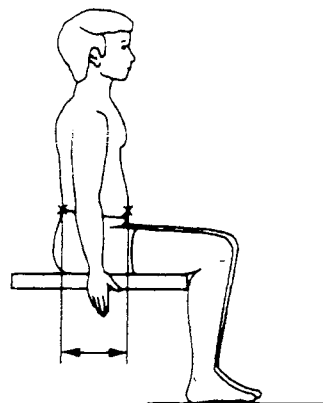


Figure 26

4.2.16 Épaisseur du thorax, au niveau des mamelons

Description: Profondeur maximale du thorax au niveau de la pointe du mamelon. Voir figure 27.

Méthode: Sujet assis ou debout, redressé au maximum, bras tombant le long du corps. Les dames conservent leur soutien-gorge.

Instrument: Toise (grand pied à coulisse).

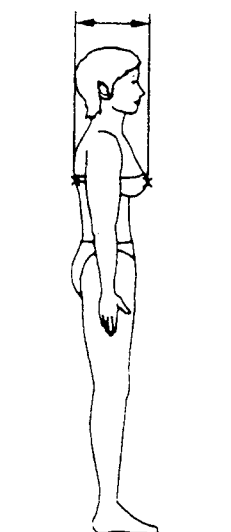


Figure 27

4.2.17 Longueur fesse-abdomen, sujet assis

Description: Distance projective antéro-postérieure maximale mesurée entre le point le plus antérieur de l'abdomen et le point le plus postérieur du massif fessier. Voir figure 28.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, cuisses en appui sur l'assise, jambes pendantes. Le point le plus postérieur du massif fessier est en appui contre le plan vertical de référence. La distance est mesurée entre ce plan vertical et le point le plus antérieur de l'abdomen.

Instrument: Toise.

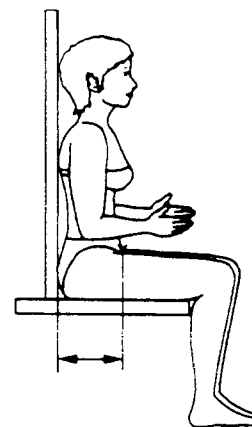


Figure 28

4.3 Mesures des segments corporels

4.3.1 Longueur de la main

Description: Distance entre l'extrémité du majeur et l'apophyse styloïde du radius. Voir figure 29.

Méthode: Avant-bras horizontal, main tendue à plat, paume tournée vers le haut. Le point de mesure de l'apophyse styloïde correspond approximativement au pli central du poignet.

Instrument: Pied à coulisse.

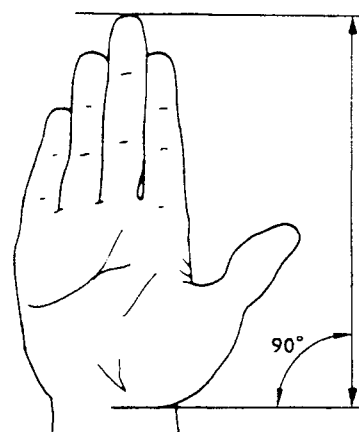


Figure 29

4.3.2 Largeur de la paume

Description: Distance entre l'apophyse styloïde du radius et le point le plus proximal de la base du majeur. Voir figure 30.

Méthode: Avant-bras horizontal, main tendue à plat, paume tournée vers le haut. La mesure est prise sur le côté interne de la main.

Instrument: Pied à coulisse.

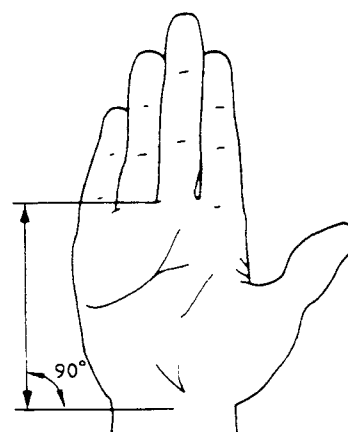


Figure 30

4.3.3 Largeur de la main au niveau du métacarpe

Description: Distance au niveau de leur tête, entre les métarpes radial et cubital, entre l'index et l'auriculaire. Voir figure 31.

Méthode: Avant-bras horizontal, main tendue à plat, paume tournée vers le haut.

Instrument: Pied à coulisse.

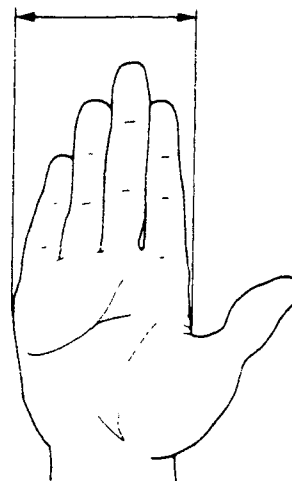


Figure 31

4.3.4 Longueur de l'index

Description: Distance entre l'extrémité de l'index et le point proximal de sa base. Voir figure 32.

Méthode: Avant-bras horizontal, main tendue à plat, paume tournée vers le haut. Les doigts sont écartés. La mesure est prise sur le côté interne de la main.

Instrument: Pied à coulisse.

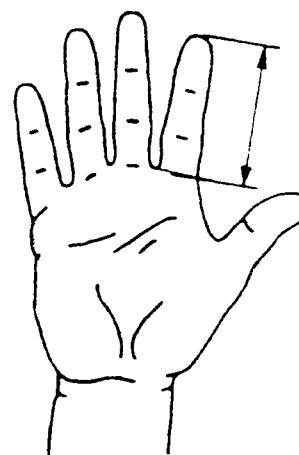


Figure 32

4.3.5 Largeur proximale de l'index

Description: Distance maximale entre les surfaces latérale et médiane de l'index, mesurée au niveau de l'articulation entre les phalanges médiane et proximale. Voir figure 33.

Méthode: Avant-bras horizontal, main tendue à plat, paume tournée vers le haut, doigts écartés.

Instrument: Pied à coulisse.

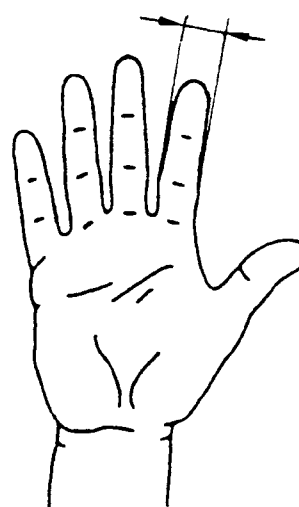


Figure 33

4.3.6 Largeur distale de l'index

Description: Distance maximale entre les surfaces latérale et médiane de l'index, mesurée au niveau de l'articulation entre les phalanges médiane et distale. Voir figure 34.

Méthode: Avant-bras horizontal, main tendue à plat, paume tournée vers le haut, doigts écartés.

Instrument: Pied à coulisse.

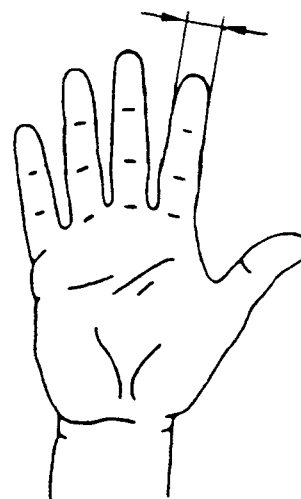


Figure 34

4.3.7 Longueur du pied

Description: Distance maximale entre le point postérieur du talon et le point le plus antérieur de l'orteil le plus long (premier ou second), mesurée parallèlement à l'axe longitudinal du pied. Voir figure 35.

Méthode: Sujet debout, charge pondérale répartie également sur les deux pieds.

Instrument: Toise.



Figure 35

4.3.8 Largeur du pied

Description: Distance maximale entre les surfaces médiale et latérale du pied, mesurée perpendiculairement à l'axe longitudinal du pied. Voir figure 36.

Méthode: Sujet debout, charge pondérale répartie également sur les deux pieds.

Instrument: Compas d'épaisseur.



Figure 36

4.3.9 Longueur de tête

Description: Distance dans le plan sagittal entre la glabella et le point le plus postérieur du crâne. Voir figure 37.

Méthode: La position de la tête est indifférente lors du mesurage.

Instrument: Compas d'épaisseur.

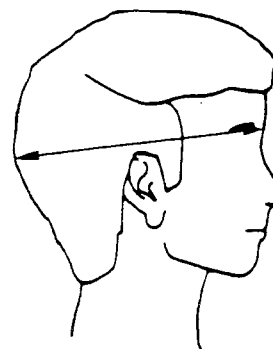


Figure 37

4.3.10 Largeur de la tête

Description: Largeur maximale de la tête au-dessus des oreilles, mesurée perpendiculairement au plan sagittal. Voir figure 38.

Méthode: La position de la tête est indifférente lors du mesurage.

Instrument: Compas d'épaisseur.



Figure 38

4.3.11 Hauteur de la face (nasion-menton)

Description: Sujet bouche fermée. Mesurer la distance entre le nasion et le menton. Voir figure 39.

Méthode: La tête est orientée dans le plan de Francfort.

Instrument: Pied à coulisse.

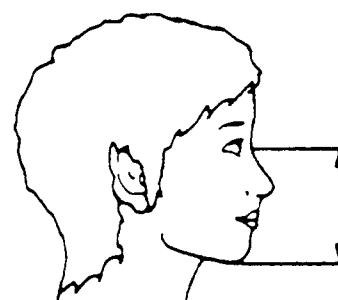


Figure 39

4.3.12 Périmètre de la tête

Description: Périmètre maximal horizontal de la tête passant par la glabelle et le point le plus postérieur du crâne. Voir figure 40.

Méthode: Le mètre-ruban est maintenu sur la glabelle et entoure la tête en passant par le point le plus postérieur du crâne. La chevelure doit être comprise dans la mesure.

Instrument: Mètre-ruban.

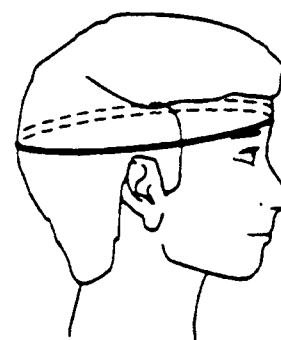


Figure 40

4.3.13 Arc sagittal

Description: Longueur de l'arc allant de la glabelle à l'inion. Voir figure 41.

Méthode: Le mètre-ruban est maintenu sur la glabelle et entoure la tête en passant par le point le plus postérieur du crâne jusqu'à l'inion³⁾. La chevelure doit être comprise dans la mesure.

Instrument: Mètre-ruban.

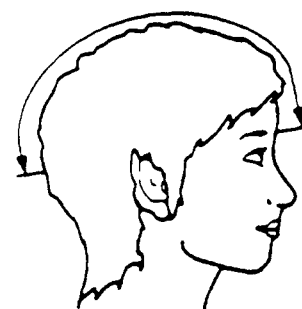


Figure 41

3) L'inion se trouve au niveau de la dépression médiane des muscles de la nuque.

4.3.14 Arc bitragus-coronal

Description: Longueur de l'arc entre les deux tragus, en passant par le vertex. Voir figure 42.

Méthode: Le mètre-ruban est maintenu sur un des deux tragus et enveloppe la tête en passant par le vertex jusqu'à l'autre tragus. La chevelure doit être comprise dans la mesure.

Instrument: Mètre-ruban.

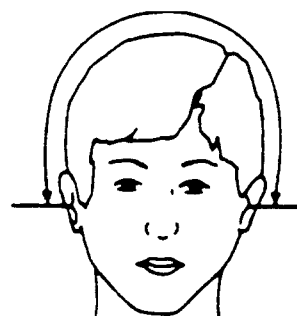


Figure 42

4.4 Mesures fonctionnelles

4.4.1 Distance acromian - mur de référence

Description: Distance horizontale entre un plan vertical de référence et le point acromial. Voir figure 43.

Méthode: Sujet debout, redressé au maximum, omoplates et fesses en appui contre le plan vertical de référence, pression répartie également entre les deux épaules. Les bras sont totalement tendus à l'horizontale.

Instrument: Toise.

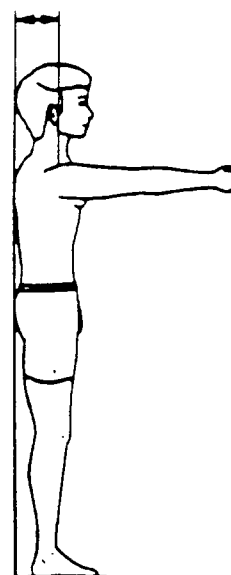


Figure 43

4.4.2 Distance de préhension; atteinte antérieure

Description: Distance horizontale entre un plan vertical de référence et l'axe de préhension de la main, les omoplates du sujet étant en appui contre un plan de référence vertical. Voir figure 44.

Méthode: Sujet debout, redressé au maximum, omoplates et fesses en appui contre le plan vertical de référence. Le bras est complètement tendu à l'horizontale. La main tient le cylindre de référence en position verticale.

Instrument: Toise, cylindre de 20 mm de diamètre pour déterminer l'axe de prise.

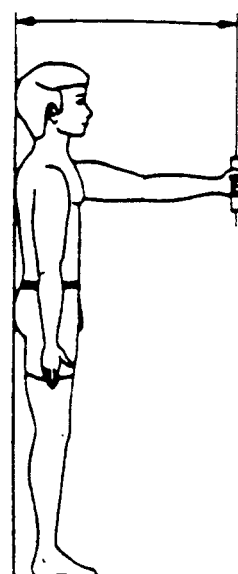


Figure 44

4.4.3 Distance fonctionnelle de prise de l'avant-bras

Description: Distance horizontale entre la face postérieure du bras (au coude) et l'axe de préhension, l'avant-bras fléchi à angle droit. Voir figure 45.

Méthode: Sujet assis ou debout, redressé au maximum, bras le long du corps. La main tient le cylindre de référence en position verticale.

Instrument: Toise, cylindre de 20 mm de diamètre pour déterminer l'axe de prise.

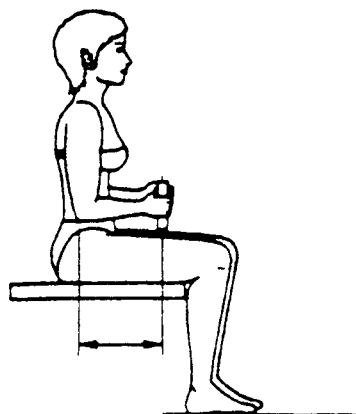


Figure 45

4.4.4 Hauteur de l'axe de prise du poing

Description: Distance verticale entre l'axe de préhension du poing et le sol. Voir figure 46.

Méthode: Sujet debout, redressé au maximum, pieds joints, épaules relâchées, bras tombant le long du corps. La main tient le cylindre de référence dans le plan para-sagittal et en position horizontale.

Instrument: Toise, cylindre de 20 mm de diamètre.



Figure 46

4.4.5 Distance coude - extrémité du majeur

Description: Distance horizontale entre la face postérieure du bras (au coude) et l'extrémité du majeur, avant-bras fléchi à angle droit. Voir figure 47.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, bras le long du corps, avant-bras horizontal, main tendue.

Instrument: Toise (grand pied à coulisse).

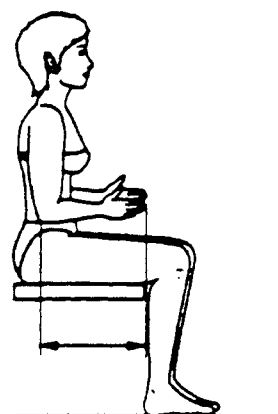


Figure 47

4.4.6 Longueur fesse-creux poplité (profondeur de l'assise)

Description: Distance horizontale entre le creux poplité et la face postérieure du massif fessier. Voir figure 48.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, cuisses en appui sur l'assise (celle-ci allant le plus près possible du creux poplité), jambes pendantes. Le point le plus postérieur du massif fessier se projette sur la surface d'assise, par une droite du plan vertical de référence, constitué d'un bloc, appliqué contre les fesses. La distance est mesurée entre le bloc de mesure et le bord avant de la surface d'assise.

Instrument: Toise, bloc de référence.

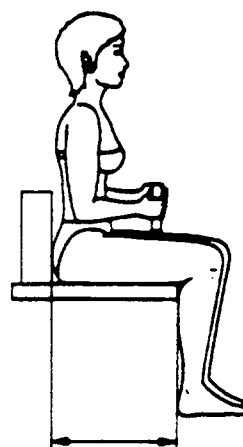


Figure 48

4.4.7 Distance fesse-genou

Description: Distance horizontale entre la rotule et le point le plus postérieur du massif fessier. Voir figure 49.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, cuisses en appui sur l'assise et jambes pendantes. Le point le plus postérieur du massif fessier se projette sur la surface d'assise, par une droite du plan vertical de référence, constitué d'un bloc, appliqué contre les fesses. La distance est mesurée entre le bloc de mesure et le bord avant de la surface d'assise.

Instrument: Toise, bloc de référence.

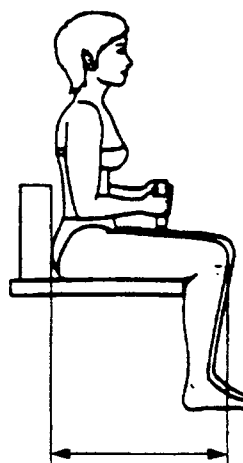


Figure 49

4.4.8 Périmètre du cou

Description: Périmètre du cou au niveau de la zone située à la limite inférieure de la protubérance du cartilage thyroïdien. Voir figure 50.

Méthode: Sujet assis, redressé au maximum, tête dans le plan de Francfort.

Instrument: Mètre-ruban.

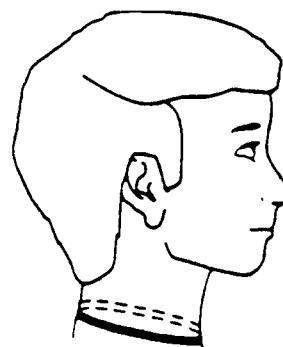


Figure 50

4.4.9 Périmètre thoracique

Description: Périmètre du thorax au niveau de la pointe des mamelons. Voir figure 51.

Méthode: Sujet debout, redressé au maximum, pieds joints, bras tombant le long du corps. Les dames conservent leur soutien-gorge.

Instrument: Mètre-ruban.

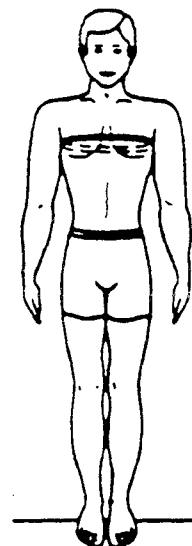


Figure 51

4.4.10 Périmètre de la taille

Description: Périmètre minimal du tronc mesuré à mi-distance des dernières côtes et du point le plus élevé des crêtes iliaques. Voir figure 52.

Méthode: Sujet debout, redressé au maximum, pieds joints, muscles abdominaux relâchés.

Instrument: Mètre-ruban.

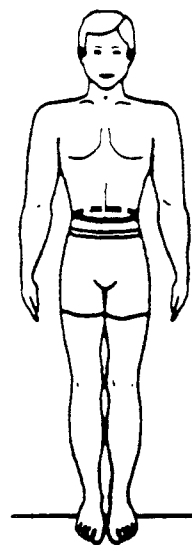


Figure 52

4.4.11 Périmètre du poignet

Description: Périmètre du poignet au niveau des apophyses styloïdes du radius et du cubitus, main à plat. Voir figure 53.

Méthode: Avant-bras horizontal, main ouverte, doigts joints et tendus.

Instrument: Mètre-ruban.

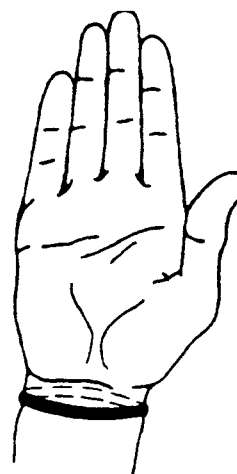


Figure 53

4.4.12 Périmètre de la cuisse

Description: Périmètre maximal de la cuisse. Voir figure 54.

Méthode: Sujet debout. La mesure est prise avec le mètre-ruban passant horizontalement autour de la cuisse, sous le pli fessier.

Instrument: Mètre-ruban.

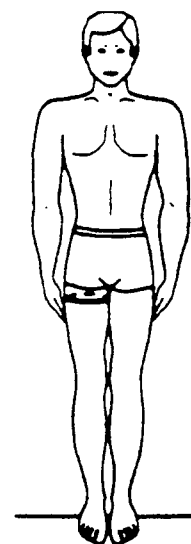


Figure 54

4.4.13 Périmètre du mollet

Description: Périmètre maximal du mollet. Voir figure 55.

Méthode: Sujet debout. La mesure est prise avec le mètre-ruban passant horizontalement autour du périmètre maximum du mollet.

Instrument: Mètre-ruban.

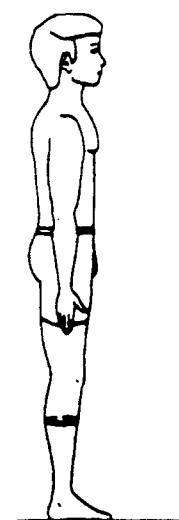


Figure 55

Annexe A (informative)

Bibliographie

- [1] H.T.E. HERTZBERG *et al.* *Anthropometric survey of Turkey, Greece and Italy*. Pergamon Press, 1963.
- [2] R. KNUSSMANN *et al.* (eds.). *Anthropologie, Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen (begründet von Rudolf Martin)*. Vol. I/1. Fischer, Stuttgart, 1988.
- [3] J.S. WEINER and J.A. LOURIE (eds.). *Human biology: A guide to field methods*. Academic Press, Oxford, 1983.

Page laissée intentionnellement blanche

Page laissée intentionnellement blanche

Annexe ZA

(informative)

Articles de la présente norme européenne concernant les exigences essentielles ou d'autres dispositions des Directives UE

La présente norme européenne a été élaborée dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association de Libre Échange et vient à l'appui des exigences essentielles des Directives UE :

- Directive du Conseil du 14 juin 1989 concernant le rapprochement des législations des états membres relatives aux machines (89/392/CEE) ;
- Directive du Conseil du 20 juin 1991 modifiant la Directive 89/392/CEE concernant le rapprochement des législations des états membres relatives aux machines (91/368/CEE) ;
- Directive du Conseil du 14 juin 1993 modifiant la Directive 89/392/CEE concernant le rapprochement des législations des états membres relatives aux machines (93/44/CEE).

AVERTISSEMENT : D'autres exigences et d'autres Directives UE peuvent être applicables au(x) produit(s) relevant du domaine d'application de la présente norme.

Les articles de la présente norme sont destinés à venir à l'appui des exigences des trois Directives susmentionnées.

La conformité avec la présente norme est un des moyens de satisfaire aux exigences essentielles spécifiques de la Directive concernée et des règlements correspondants de l'AELE.

NF EN 50106/A1

Septembre 2001

www.afnor.org

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients Normes en ligne. Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of AFNOR Webshop (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.



**DOCUMENT PROTÉGÉ
PAR LE DROIT D'AUTEUR**

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans accord formel.

Contacteur :
AFNOR – Norm'Info
11, rue Francis de Pressensé
93571 La Plaine Saint-Denis Cedex
Tél : 01 41 62 76 44
Fax : 01 49 17 92 02
E-mail : norminfo@afnor.org

Boutique AFNOR

Pour : BONNET NEVE SA

Client 8645900

Commande N-20081202-309635-TA

le 2/12/2008 15:12

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher

norme européenne

NF EN 50106/A1

Septembre 2001

norme française

Indice de classement : C 73-102/A1

ICS 97.020;97.180

Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues

Règles particulières pour les essais de série concernant les appareils dans le domaine d'application de la EN 60335-1 et de la EN 60967

E : Safety of household and similar electrical appliances
Particular rules for routine tests referring to appliances under the scope of EN 60335-1 and EN 60967

D : Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke
Besondere Regeln für Stückprüfungen von Geräten im Anwendungsbereich der EN 60335-1 und EN 60967

Norme française homologuée

Amendement A1 à la norme homologuée NF EN 50106 de juin 1997, homologué par décision du Directeur Général d'afnor le 20 août 2001 pour prendre effet à compter du 20 septembre 2001.

Correspondance L'amendement EN 50106:1997/A1:1998 a le statut d'une norme française.

Analyse Cet amendement modifie les feuilles de normes 50106-2-21, 50106-2-35 et 50106-2-967.

Descripteurs Appareil électrodomestique, essai de série, rigidité diélectrique, continuité de terre

Modifications

Correction

éditée et diffusée par l'Union Technique de l'Electricité et de la Communication (UTE) – BP 23 – 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex – Tél: 01 40 93 62 00 – Fax: 01 40 93 44 08 – E-mail: ute@ute.asso.fr – Internet: <http://www.ute-fr.com/>
diffusée également par l'association française de normalisation (afnor), 11, rue de Pressensé, 93571 Saint-Denis La Plaine Cedex – tél. : 01 41 62 80 00

Impr. UTE

© **UTE**

2001 – Reproduction interdite

upna
Universidad
Pública de Navarra
Sistema
Universitario Público

Todos los derechos reservados
Eskubide guztiak erresalbatu dira



AVANT-PROPOS NATIONAL

Ce document reprend intégralement le texte de l'amendement A1 à la norme européenne EN 50106:1997.

Après consultation de son Conseil d'Administration et enquête probatoire, l'Union technique de l'Électricité et de la communication a voté favorablement au CENELEC sur le projet de EN 50106/A1, en septembre 1997.

NORME EUROPÉENNE

EN 50106/A1

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

Février 1998

ICS 97.020;97.180

Descripteurs : Appareil électrodomestique, essai de série, rigidité diélectrique, continuité de terre

Version française

**Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues -
Règles particulières pour les essais de série concernant les appareils
dans le domaine d'application de la EN 60335-1 et de la EN 60967**

Sicherheit elektrischer Geräte für den
Hausgebrauch und ähnliche Zwecke -
Besondere Regeln für Stückprüfungen von
Geräten im Anwendungsbereich
der EN 60335-1 und EN 60967

Safety of household and similar electrical
appliances -
Particular rules for routine tests referring
to appliances under the scope of
EN 60335-1 and EN 60967

Cet amendement A1 modifie la Norme européenne EN 50106:1997; il a été adopté par le CENELEC le 1998-01-01. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à l'amendement.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CENELEC.

Le présent amendement existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CENELEC dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CENELEC

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization

Secrétariat Central: rue de Stassart 35, B - 1050 Bruxelles

© 1998 CENELEC - Tous droits d'exploitation sous quelque forme et de quelque manière que ce soit réservés dans le monde entier aux membres du CENELEC.

Ref. n° EN 50106:1997/A1:1998 F

EN 50106:1997/A1:1998

- 2 -

Avant-propos

Une proposition de modifier les feuilles de normes 50106-2-21, 50106-2-35 et 50106-2-967 fut discutée lors de la réunion d'Athènes, en novembre 1996, au cours de laquelle il a été décidé de soumettre un projet d'amendement à la EN 50106:1997 au vote formel.

Ce projet a été diffusé comme prAA en juin 1997 et fut approuvé par le CENELEC comme amendement A1 à la EN 50106 le 1998-01-01.

Le présent amendement a été préparé par le secrétariat du comité technique TC 61 du CENELEC.

Les dates suivantes sont applicables :

- date limite à laquelle l'amendement doit être mis en application au niveau national par publication d'une norme nationale identique ou par entérinement (dop) 1998-07-01
- date à laquelle les normes nationales conflictuelles doivent être annulées (dow) 1999-07-01

Le présent amendement complète ou modifie les feuilles de normes correspondantes de la EN 50106:1997.

Il n'existe pas de conditions nationales particulières conduisant à une déviation au présent amendement.

Il n'existe pas de divergences nationales au présent amendement.

Feuille de norme 50106-2-21

2.1 Dans le deuxième texte introduit par un tiret, remplacer "0,3 MPa" par "1,1 fois la pression assignée".

Dans le troisième texte introduit par un tiret, remplacer "0,15 MPa" par "0,05 MPa".

Feuille de norme 50106-2-35

2.1 Dans le deuxième texte introduit par un tiret, remplacer "0,15 MPa" par "0,05 MPa".

Feuille de norme 50106-2-967

Ajouter :

1.3 Essai de fonctionnement

L'essai de fonctionnement doit comprendre :

- une vérification de la résistance de l'élément chauffant.
- une vérification qu'aucun courant ne circule lorsque l'interrupteur de l'unité de commande est en position arrêt.

NF EN 441-1

Juillet 1996

AFNOR
Association Française
de Normalisation

www.afnor.fr

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients Normes en ligne. Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of AFNOR Webshop (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.

Boutique AFNOR

Pour : BONNET NEVE SA

Code client : 8645900

Commande : N-20050603-113708-MA

le 3/6/2005 - 9:12

Diffusé par

AFNOR

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5, et Code Pénal art. 425).

norme européenne

norme française

NF EN 441-1

Décembre 1994

Indice de classement : **D 74-005-1**

Meubles frigorifiques de vente

Partie 1 : Termes et définitions

E : Refrigerated display cabinets — Part 1 : Terms and definitions

D : Verkaufskühlmöbel — Teil 1 : Begriffe und Definitionen

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 20 novembre 1994 pour prendre effet le 20 décembre 1994.

Remplace la norme homologuée NF D 74-001, de janvier 1982.

correspondance La norme européenne EN 441-1:1994 a le statut d'une norme française.

analyse Le présent document contient les termes et les définitions applicables à toutes les parties de la norme européenne EN 441 sur les meubles frigorifiques de vente.

descripteurs **Thésaurus International Technique** : appareil frigorifique, mobilier, commerce, vocabulaire

modifications Par rapport à la norme NF D 74-001, le présent document ne définit ni les différentes possibilités de classification, ni les termes relatifs à l'assemblage des meubles frigorifiques de vente. Le terme «ouverture d'exposition» est introduit, alors que le terme «surface d'exposition», dont la définition est différente, disparaît.

corrections

éditée et diffusée par l'association française de normalisation (afnor), tour europe 92049 paris la défense cedex — tél. : (1) 42 91 55 55

AFNOR 1994

© AFNOR 1994

1^{er} tirage 94-12

Meubles frigorifiques de vente

UNM 46

Membres de la commission de normalisation

Président : M POUX

Secrétariat : M PARASCANDOLO — UNM

M	BALLAY	UTE
M	BERNARD	FICUR
MME	BONHOMME	MINISTERE DE L'ECONOMIE — INC
M	BORDIEC	OLIDA
M	BOUGLETTE	ATITA
M	CHANTREAU	IFREMER
M	CLAVIER	BONNET NEVE
M	COMPAS	FORGEL
M	CRESPIN	L'UNITE HERMETIQUE
M	DARROUZES	CETIM
M	DEROO	AUCHAN TECHNIQUE CONSEIL
M	FOLEMPIN	UNICLIMA
M	GAUTHERIN	CEMAGREF
M	JACQUET	CENTRE TECHNIQUE DE LA SALAISON
MLLE	JANSSOONE	CONFEDERATION NATIONALE DE LA CHARCUTERIE
MLLE	LEGENT	AFNOR
M	LOOCK	FRANCE GLACES FINDUS
M	LUCAS	IIF
MME	MAGNE	USNEF
M	MATHIAS	GERVAIS DANONE
MLLE	MOUSSET	CONFEDERATION NATIONALE DE LA BOUCHERIE
MME	MUCKENSTURM	MINISTERE DE L'ECONOMIE — DGCCRF
M	NEEL	SNPLF
MME	PICARD	CETEVIC
M	PICTET	IFLS
M	POUMEYROL	LERPAC
M	POUX	UNM
M	RASTOIN	CENTRE TECHNIQUE INTERPROFESSIONNEL DES FRUITS ET LEGUMES
M	SOUILLET	CARREFOUR FRANCE
M	TARIS	MINISTERE DE L'AGRICULTURE — DGAL
M	THEOBALD	PERIFEM

Avant-propos national

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

EN 441-2 : NF EN 441-2 (indice de classement : D 74-005-2)

EN 441-4 : NF EN 441-4 (indice de classement : D 74-005-4)

**NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD**

EN 441-1

Octobre 1994

ICS 97.040.30

Descripteurs : appareil frigorifique, mobilier, commerce, vocabulaire.

Version française

**Meubles frigorifiques de vente —
Partie 1 : Termes et définitions**

**Verkaufskühlmöbel —
Teil 1 : Begriffe und Definitionen**

**Refrigerated display cabinets —
Part 1 : Terms and definitions**

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 1994-10-14.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite dans une autre langue par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

© CEN 1994

Réf. n° EN 441-1:1994 F

Droits de reproduction réservés aux membres du CEN.

Avant-propos

Cette norme européenne a été préparée par le Comité Technique CEN/TC 44 «Appareils de réfrigération ménagers et meubles de vente réfrigérés», dont le secrétariat est assuré par l'UNI.

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en avril 1995, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées en avril 1995.

La présente norme est composée de plusieurs parties :

- Partie 1 : Meubles frigorifiques de vente — Termes et définitions
- Partie 2 : Meubles frigorifiques de vente — Exigences mécaniques et physiques générales
- Partie 3 : Meubles frigorifiques de vente — Dimensions linéaires, surfaces et volumes
- Partie 4 : Meubles frigorifiques de vente — Conditions générales d'essai
- Partie 5 : Meubles frigorifiques de vente — Essai de température
- Partie 6 : Meubles frigorifiques de vente — Classification d'après les températures
- Partie 7 : Meubles frigorifiques de vente — Essai de dégivrage
- Partie 8 : Meubles frigorifiques de vente — Essai de condensation de vapeur d'eau
- Partie 9 : Meubles frigorifiques de vente — Essai de consommation d'énergie électrique
- Partie 10 : Meubles frigorifiques de vente — Essai d'absence d'odeur et de goût
- Partie 11 : Meubles frigorifiques de vente — Installation, entretien et guide de l'utilisateur

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les pays suivants sont tenus de mettre cette norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

1 Domaine d'application

1.1 La présente norme spécifie la terminologie, les exigences mécaniques et physiques générales, les conditions d'essai ainsi que l'installation, l'entretien et le guide de l'utilisateur, pour les meubles frigorifiques destinés à la vente et/ou à la présentation de denrées alimentaires.

La présente norme ne s'applique ni aux distributeurs automatiques réfrigérés, ni aux meubles destinés à être utilisés en restauration, ni à ceux destinés à toute application autre que la vente au détail.

1.2 La présente partie de l'EN 441 contient les termes et les définitions applicables à toutes les parties de l'EN 441 pour les meubles frigorifiques de vente.

2 Références normatives

Cette norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

EN 441-2 Meubles frigorifiques de vente — Partie 2 : Exigences mécaniques et physiques générales.

EN 441-4 Meubles frigorifiques de vente — Partie 4 : Conditions générales d'essai.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes s'appliquent :

3.1 meuble frigorifique de vente : Meuble refroidi à l'aide d'un système frigorifique (défini en 3.17 et 3.18) permettant aux denrées alimentaires à l'état réfrigéré et à l'état congelé qui y sont introduites et exposées d'être maintenues dans les limites de température prescrites.

3.2 limite de chargement : Pour chaque partie du meuble, surface limite, constituée d'un plan ou d'un ensemble de plans, à l'intérieur de laquelle l'ensemble des paquets d'essai peut être maintenu dans les limites fixées pour la classe de température annoncée.

3.3 ligne de limite de chargement : Ligne limite, marquée de manière permanente, indiquant le bord de la surface limite de chargement (voir EN 441-2, figures 2 et 3).

3.4 aire des plans de chargement refroidis : Aire des plans de chargement pour lesquels la limite de chargement se trouve au moins à 100 mm du plan, mesurée perpendiculairement à celui-ci et à l'intérieur de toute autre limite de chargement.

3.5 ouverture d'exposition : Surface obtenue en multipliant la plus petite longueur par la plus petite largeur (ou hauteur, suivant le cas) de la surface d'ouverture du meuble frigorifique.

3.6 volume brut : Volume délimité par les parois intérieures du meuble ou du compartiment, sans les aménagements internes, les portes ou les couvercles, s'ils existent, étant fermés. La limite de chargement est prise en compte si le meuble n'a ni porte, ni couvercle.

3.7 volume utile : Volume contenant les denrées à l'intérieur de la limite de chargement. Les éléments nécessaires au bon fonctionnement du meuble, y compris les étagères prises en considération lors du calcul de l'aire des plans de chargement refroidis, sont en place, comme prévu, et le volume représentant l'espace occupé par ces éléments est déduit du volume brut lorsque le volume utile est déterminé.

3.8 encombrement hors tout à l'installation : Dimensions du parallélépipède rectangle délimité par la longueur, la profondeur et la hauteur du meuble, y compris les accessoires faisant saillie. Dans le cas où le meuble comporte des éléments d'extrémités amovibles, les dimensions hors tout sont données avec et sans élément d'extrémité. Dans le cas où le meuble comporte des vérins ou d'autres éléments pour le réglage de hauteur, la hauteur définie est la hauteur minimale nécessaire à l'installation du meuble.

3.9 encombrement hors tout en service : Dimensions nécessaires pour l'installation augmentées de l'espace nécessaire à :

- la circulation de l'air refroidissant le condenseur ;
- la manœuvre des portes, d'autres dispositifs d'accès aux denrées alimentaires ou permettant leur chargement ;
- l'évacuation des eaux de dégivrage ;
- etc.

3.10 conditions normales d'emploi : Conditions de fonctionnement qui existent lorsque le meuble, muni de tous les accessoires installés à demeure, a été mis en place et installé conformément aux recommandations du fabricant et est en service.

NOTE : Les interventions du personnel non technique pour le chargement, le déchargement, le nettoyage, le dégivrage, la manipulation des dispositifs de commande accessibles et des accessoires mobiles, etc., conformément aux indications du constructeur, sont couvertes par cette définition.

Les conséquences des interventions du personnel technique lors d'opérations d'entretien ou de réparation ne sont pas couvertes par cette définition.

3.11 paquet-M : Paquet d'essai (voir EN 441-4, 4.2) pourvu d'un dispositif de mesurage de la température.

3.12 dégivrage automatique : Dégivrage pour lequel le début de chaque opération de dégivrage et la remise en fonctionnement normal ne nécessitent aucune intervention de l'utilisateur et pour lequel l'élimination de l'eau de fusion est automatique.

3.13 dégivrage semi-automatique : Dégivrage pour lequel le début de chaque opération de dégivrage nécessite une intervention de l'utilisateur alors que la remise en fonctionnement normal est automatique, l'eau de fusion étant évacuée manuellement ou automatiquement.

Le dégivrage est également semi-automatique lorsque le début de l'opération de dégivrage et la remise en fonctionnement normal ne nécessitent aucune intervention de l'utilisateur, l'eau de fusion étant évacuée manuellement.

3.14 dégivrage manuel : Dégivrage pour lequel le début de l'opération de dégivrage d'une part, et la remise en fonctionnement normal d'autre part, nécessitent l'intervention de l'utilisateur, l'eau de dégivrage étant évacuée manuellement ou extraite et évacuée automatiquement.

3.15 évacuation automatique de l'eau de dégivrage : Évacuation et/ou évaporation de l'eau de dégivrage qui ne nécessitent aucune intervention de l'utilisateur.

3.16 évacuation manuelle de l'eau de dégivrage : Évacuation de l'eau de dégivrage qui nécessite une intervention de l'utilisateur.

3.17 système frigorifique à compression : Système dans lequel la réfrigération est obtenue par évaporation d'un liquide frigorigène à basse pression dans un échangeur de chaleur (évaporateur), la vapeur ainsi formée repassant ensuite à l'état liquide, par compression mécanique et refroidissement subséquent dans un autre échangeur de chaleur (condenseur).

3.18 système frigorifique de type indirect : Système dans lequel un système comportant un fluide caloporteur secondaire en circulation est installé entre un système de réfrigération centralisé et un meuble frigorifique.

3.19 protecteur de nuit : Couverture, couverture, rideau, écran, ou autre fermeture, utilisé pour réduire la pénétration de chaleur (par exemple le rayonnement infrarouge ou la convection) dans un meuble frigorifique de vente.

3.20 meuble frigorifique fermé : Meuble frigorifique pour lequel l'accès aux denrées est possible par l'ouverture d'une porte ou d'un couvercle.

3.21 groupe de condensation : Combinaison de un ou plusieurs compresseurs, condenseurs, ou réservoirs de liquide (si nécessaire) et des accessoires habituellement fournis.



Doc Ref # SPD008	CryoLED₂ Installation Instructions
Version: 3.0	

In order to safely remove the existing fluorescent light unit and ballast, first isolate the mains power from the freezer case and follow all applicable safety procedures.

Note: Refer to the case manufacturers instructions for any specific information and safety instructions before carrying out any work on the freezer.

In order to maintain the exposed mullion temperature above dew point it is suggested to fit insulating foam between the CryoLED₂ luminaire and the mullion during installation.

Section 1: Remove the existing fluorescent lighting:

- Remove the lens, and any ancillary covers from around the fluorescent light.
- Remove the fluorescent tube. Dispose of the tube in accordance with local regulations.
- Remove the contact terminal fittings for the fluorescent tube.
- Remove the wires from the fluorescent terminals ensuring the maximum length of wires protrude from the mullion framework for LED wiring.
- Remove any remaining clips from the mullion and retain the fixing screws for future use.

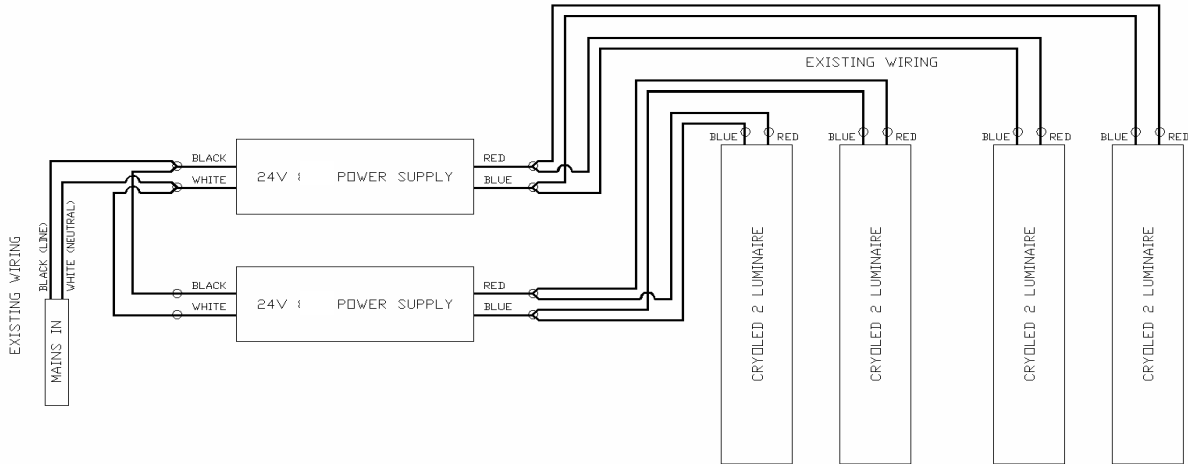
Section 2: Remove the existing ballast:

As the location of the ballast varies depending on the case manufacturer, refer to the case manufacturers instructions for details. If the wiring between the ballast and the fluorescent needs to be cut, then cut the wires as close to the ballast as possible to keep the wires as long as possible.

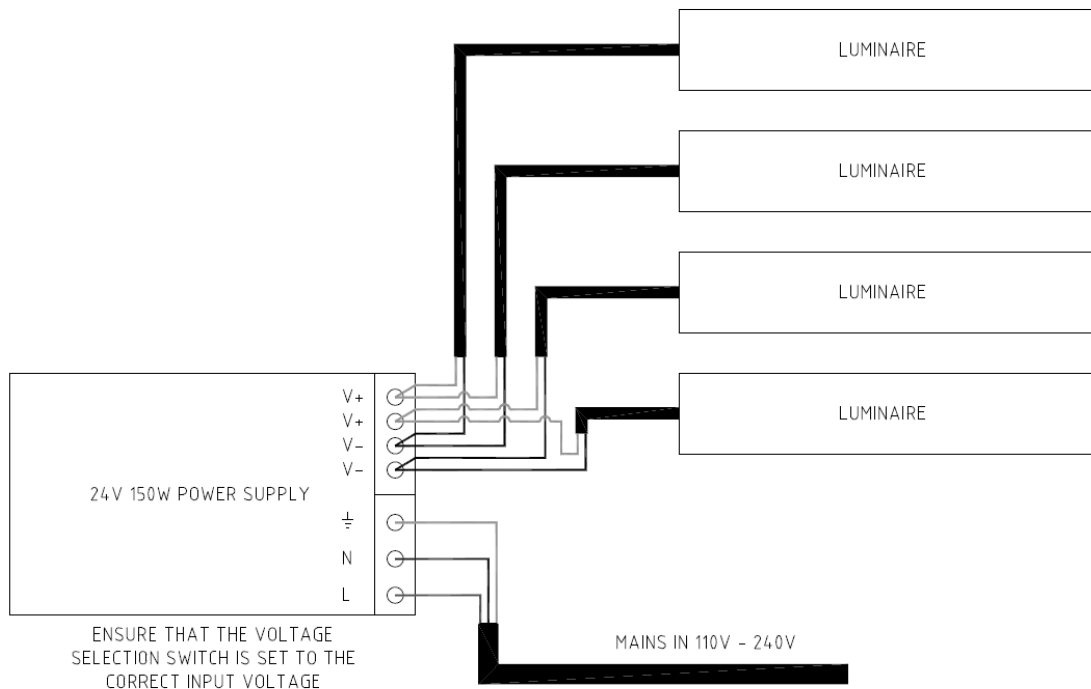


Section 3: Fitting the power supply:

Locate a suitable position to mount the power supply in the case which meets with the necessary safety standards, such as behind the protective panel or cover where the existing ballast was fitted. This is to ensure ease of wiring.



80W & 100W Power Supply Wiring Details

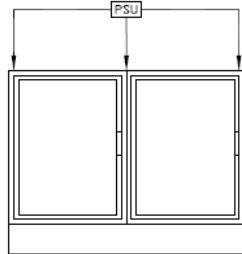


150W Power Supply Wiring Details

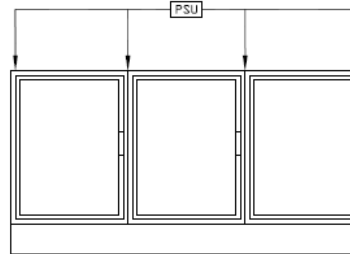


718mm Luminaire Wiring Configuration

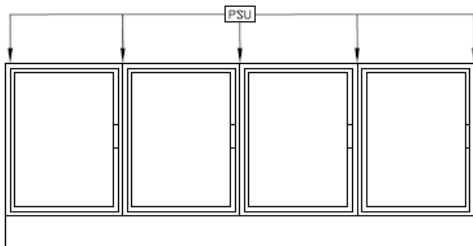
2 DOOR CASE WITH 80W POWER SUPPLY



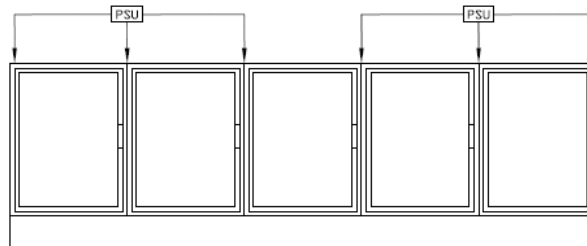
3 DOOR CASE WITH 80W POWER SUPPLY



4 DOOR CASE WITH 80W POWER SUPPLY

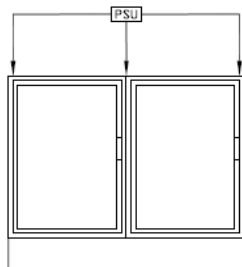


5 DOOR CASE WITH 80W POWER SUPPLY

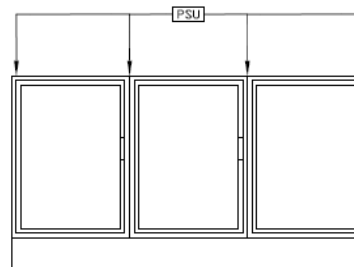


Using 80W Power Supplies

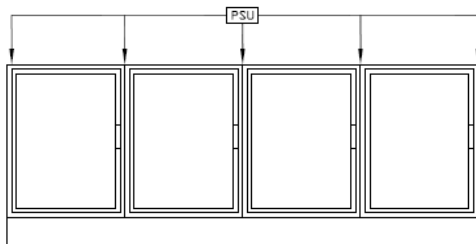
2 DOOR CASE WITH 100W POWER SUPPLY



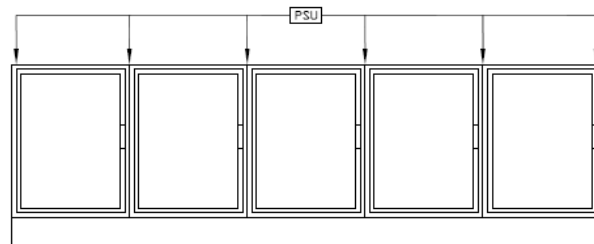
3 DOOR CASE WITH 100W POWER SUPPLY



4 DOOR CASE WITH 100W POWER SUPPLY



5 DOOR CASE WITH 100W POWER SUPPLY

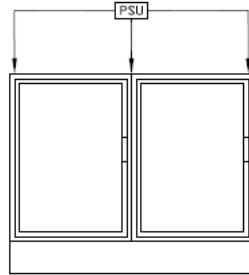


Using 100W Power Supplies

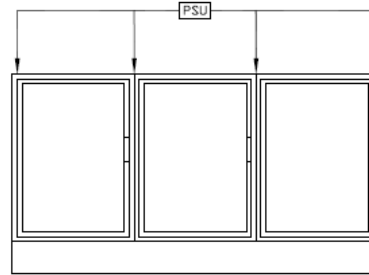


718mm Luminaire Wiring Configuration

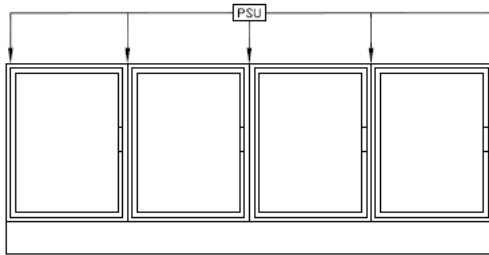
2 DOOR CASE WITH 150W POWER SUPPLY



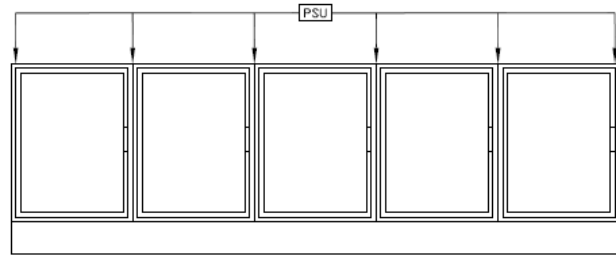
3 DOOR CASE WITH 150W POWER SUPPLY



4 DOOR CASE WITH 150W POWER SUPPLY



5 DOOR CASE WITH 150W POWER SUPPLY

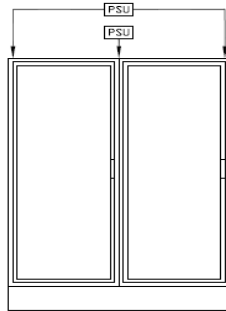


Using 150W Power Supplies

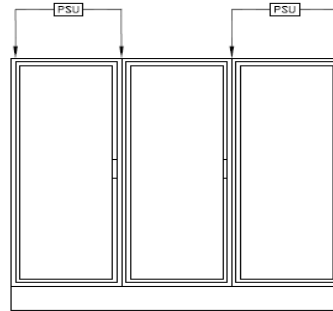


1580mm Luminaire Wiring Configuration

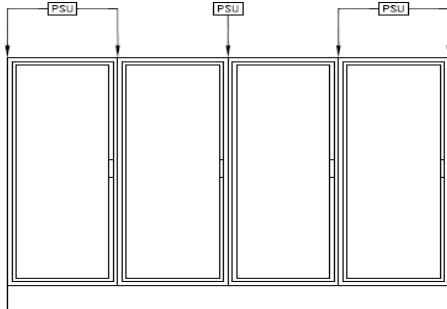
2 DOOR CASE WITH 80W POWER SUPPLY



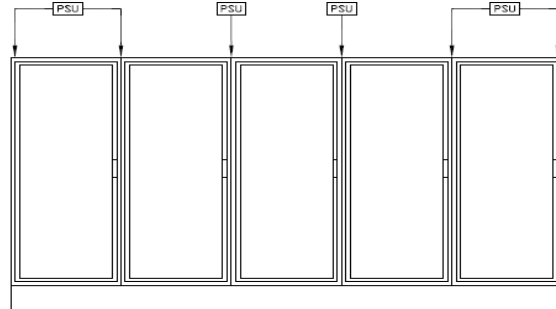
3 DOOR CASE WITH 80W POWER SUPPLY



4 DOOR CASE WITH 80W POWER SUPPLY

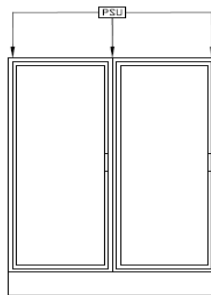


5 DOOR CASE WITH 80W POWER SUPPLY

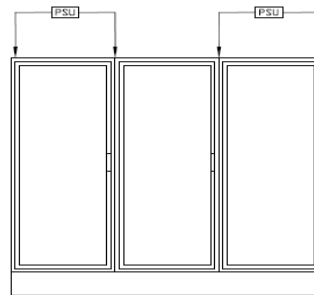


Using 80W Power Supplies

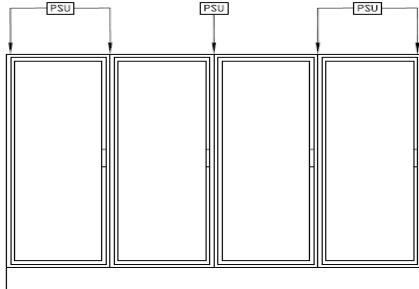
2 DOOR CASE WITH 100W POWER SUPPLY



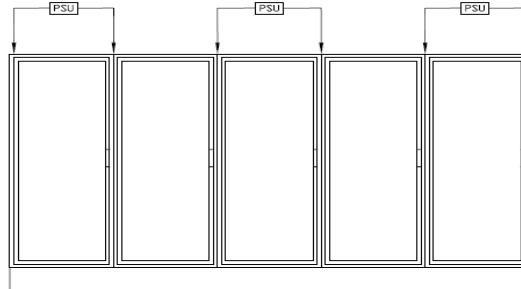
3 DOOR CASE WITH 100W POWER SUPPLY



4 DOOR CASE WITH 100W POWER SUPPLY



5 DOOR CASE WITH 100W POWER SUPPLY

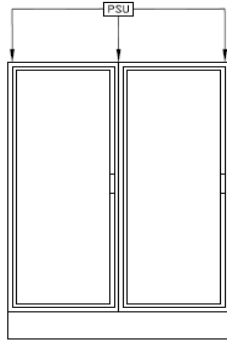


Using 100W Power Supplies

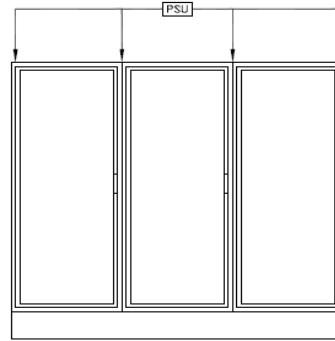


1580mm Luminaire Wiring Configuration

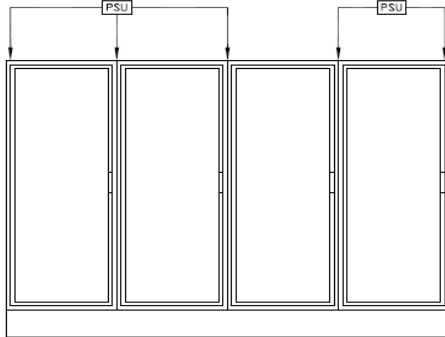
2 DOOR CASE WITH 150W POWER SUPPLY



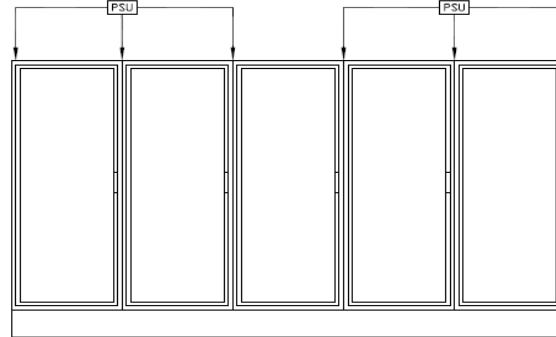
3 DOOR CASE WITH 150W POWER SUPPLY



4 DOOR CASE WITH 150W POWER SUPPLY



5 DOOR CASE WITH 150W POWER SUPPLY

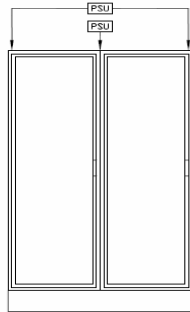


Using 150W Power Supplies

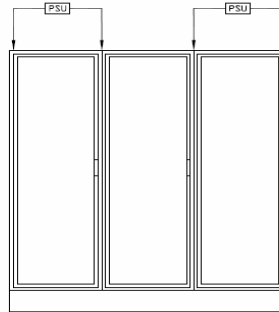


1800mm Luminaire Wiring Configuration

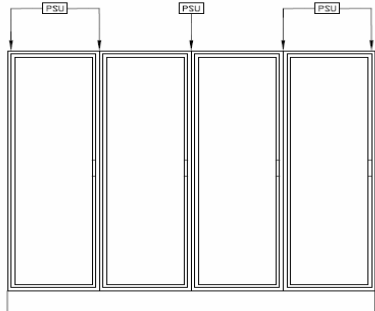
2 DOOR CASE WITH 80W POWER SUPPLY



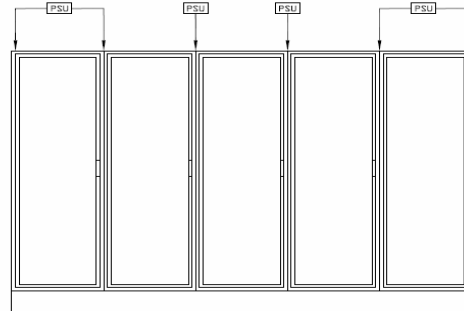
3 DOOR CASE WITH 80W POWER SUPPLY



4 DOOR CASE WITH 80W POWER SUPPLY

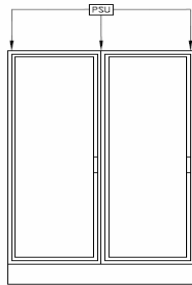


5 DOOR CASE WITH 80W POWER SUPPLY

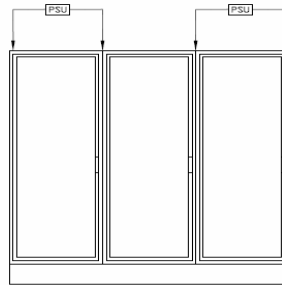


Using 80W Power Supplies

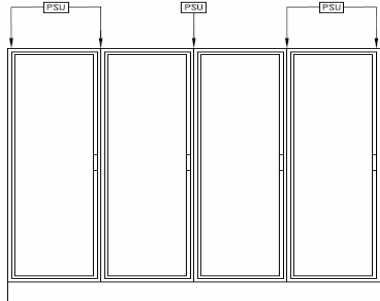
2 DOOR CASE WITH 100W POWER SUPPLY



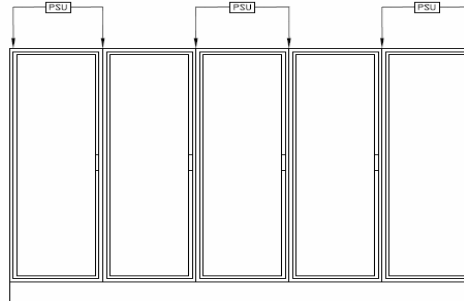
3 DOOR CASE WITH 100W POWER SUPPLY



4 DOOR CASE WITH 100W POWER SUPPLY



5 DOOR CASE WITH 100W POWER SUPPLY

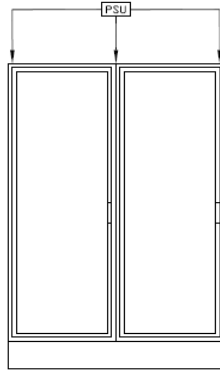


Using 100W Power Supplies

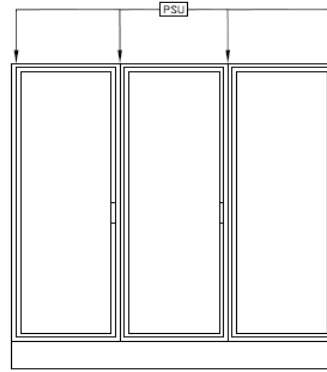


1800mm Luminaire Wiring Configuration

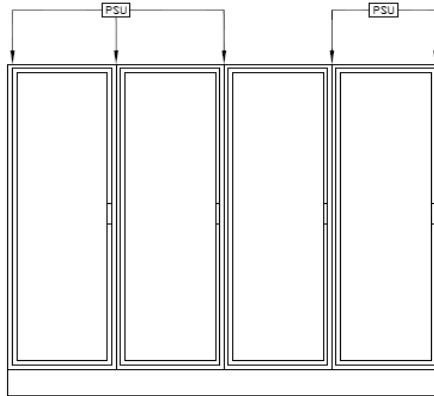
2 DOOR CASE WITH 150W POWER SUPPLY



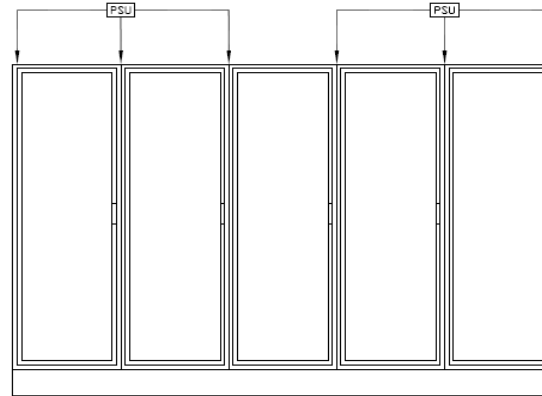
3 DOOR CASE WITH 150W POWER SUPPLY



4 DOOR CASE WITH 150W POWER SUPPLY



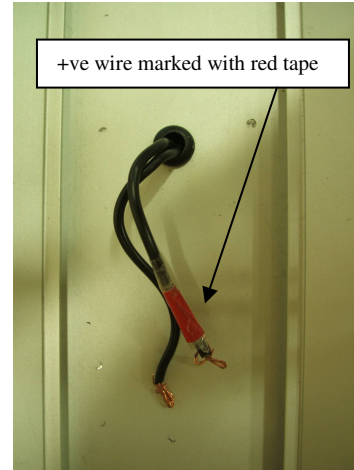
5 DOOR CASE WITH 150W POWER SUPPLY



Using 150W Power Supplies



- Refer to the case wiring diagram for the ballast and mullion wiring identification or numbering system and identify and tag the wires for +ve and -ve.
- If the wiring information is not available then using a continuity tester identify and mark both ends of each of the existing cable from the ballast to the fluorescent (this can be done with different coloured insulating tape, for example using red for +ve and black for -ve). This is necessary to ensure that the luminaire is connected correctly to the power supply.
- Mount the power supply into the race-way or canopy securely. Ensure that the case of the power supply is connected to a suitable earth such as the freezer chassis.
- Using either connector blocks or wire nuts, connect the existing cable with the +ve mark to the red cable from the power supply and connect the cable with the -ve to the blue cable from the power supply. *If the polarity of the wiring is not correct the luminaires will not light*
- Using either connector blocks or wire nuts, connect the original Live/Hot (black) and Neutral (white) wires to the power supply input wires.
- Confirm the polarity of the cables in the mullion, by ensuring that the numbering or identification matches the wiring to the power supply, alternatively check again using a continuity tester that the cable end with the +ve mark is joined to the positive terminal on the power supply and that the cable end with the -ve mark is connected to the negative terminal on the power supply.

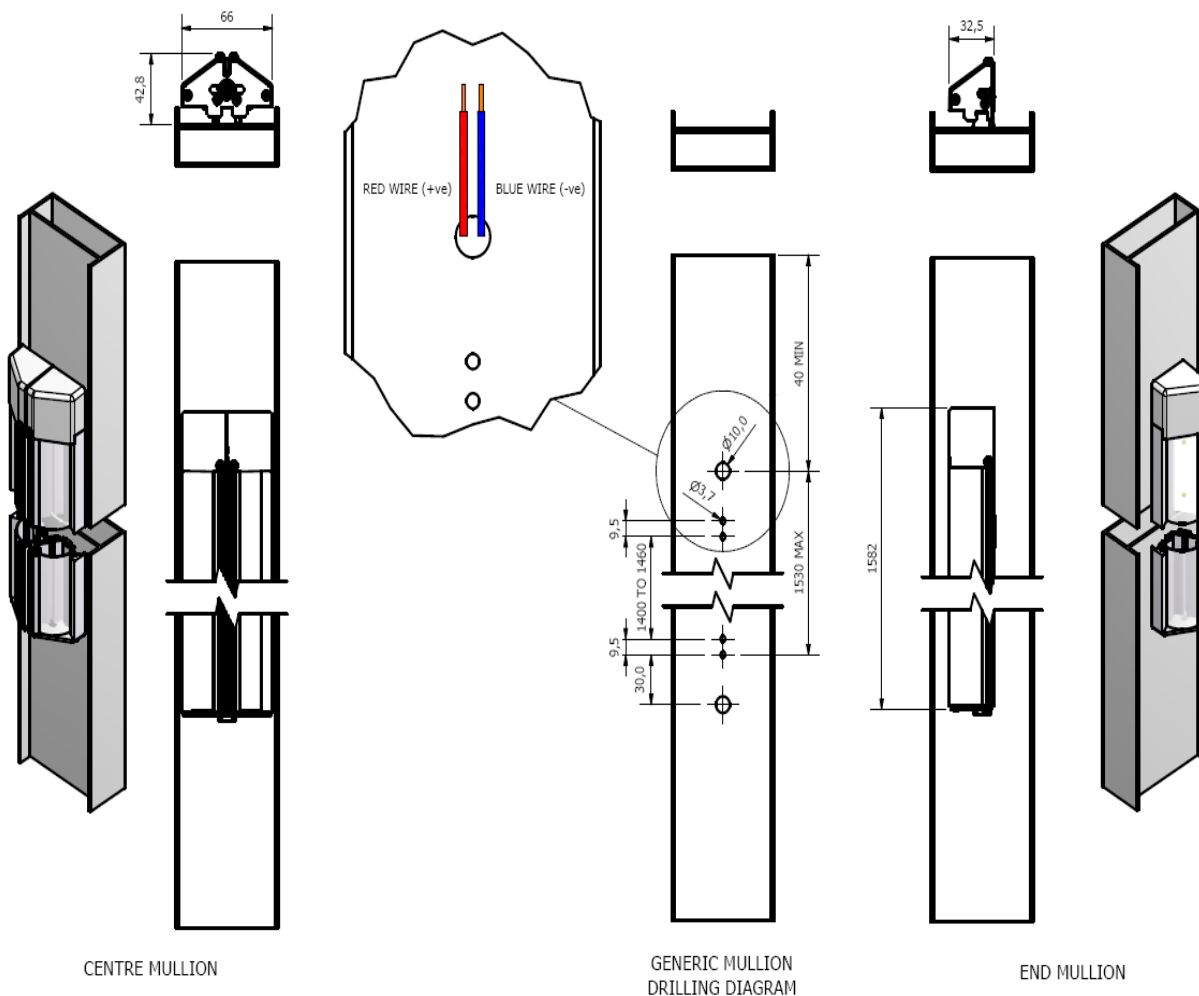


Note: Seal any unused holes in the mullion using a suitable sealing putty.

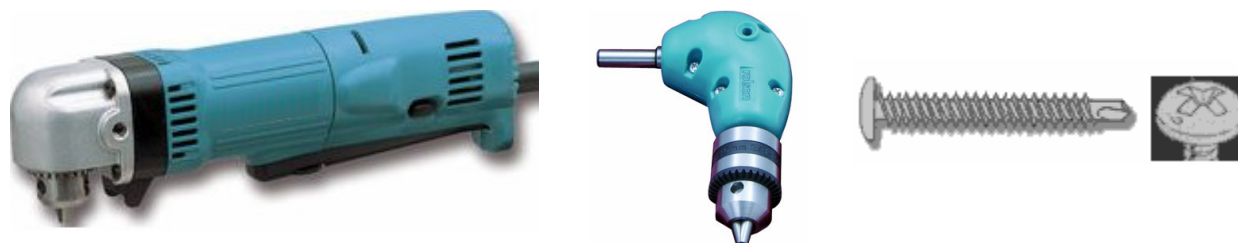


Section 4: Fitting the single luminaire to the end mullion:

To ensure correct orientation of the luminaire the clear cover must be pointed in towards the centre of the freezer with the red and blue cables exiting from the top of the luminaire.



Care must be taken when drilling into the mullion to prevent damage to existing wiring, where possible use existing mounting holes. In cases where it is necessary to drill the mullion, Nualight recommend using a right angled drill or adaptor to help where space is tight. Nualight also recommend using self drilling screws to help speed up installation and reduce the risk of damaging the mullion.





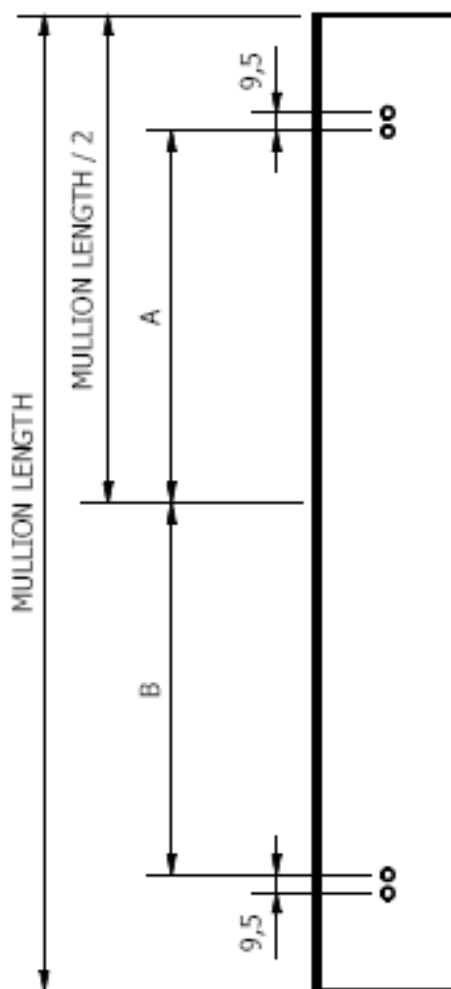
The luminaires can be fitted with the power cables exiting at either the top or at the bottom. This is dependant on which freezer the luminaires are being fitted to. The installation instructions indicate that the cable exit is at the top of the luminaire, this is for illustration purposes only.

Due to the various options in length, orientation and mounting the position of the mounting holes can vary from installation to installation. The following tables are to provide guidance only on where the mounting holes should be placed as the luminaires may be raised or lowered slightly to suit different installations.

Option 1: Mounting Hole Position		
Luminaire length	Dim A *	Dim B
277	134	75
495	243	180
711	351	270
931	461	350
1148	570	430
1367	679	500
1585	788	600
1799	895	700

Option 2: Mounting Hole Position		
Luminaire length	Dim A	Dim B *
277	75	100
495	180	209
711	270	317
931	350	427
1148	430	535
1367	500	645
1585	600	754
1799	700	861

Option 3: Mounting Hole Position		
Luminaire length	Dim A	Dim B
277	75	75
495	180	180
711	270	270
931	350	350
1148	430	430
1367	500	500
1585	600	600
1799	700	700



** Indicates the dimension for the mounting post. This sets the height of the luminaire in the mullion. There is allowance in the mounting post to adjust this height.*

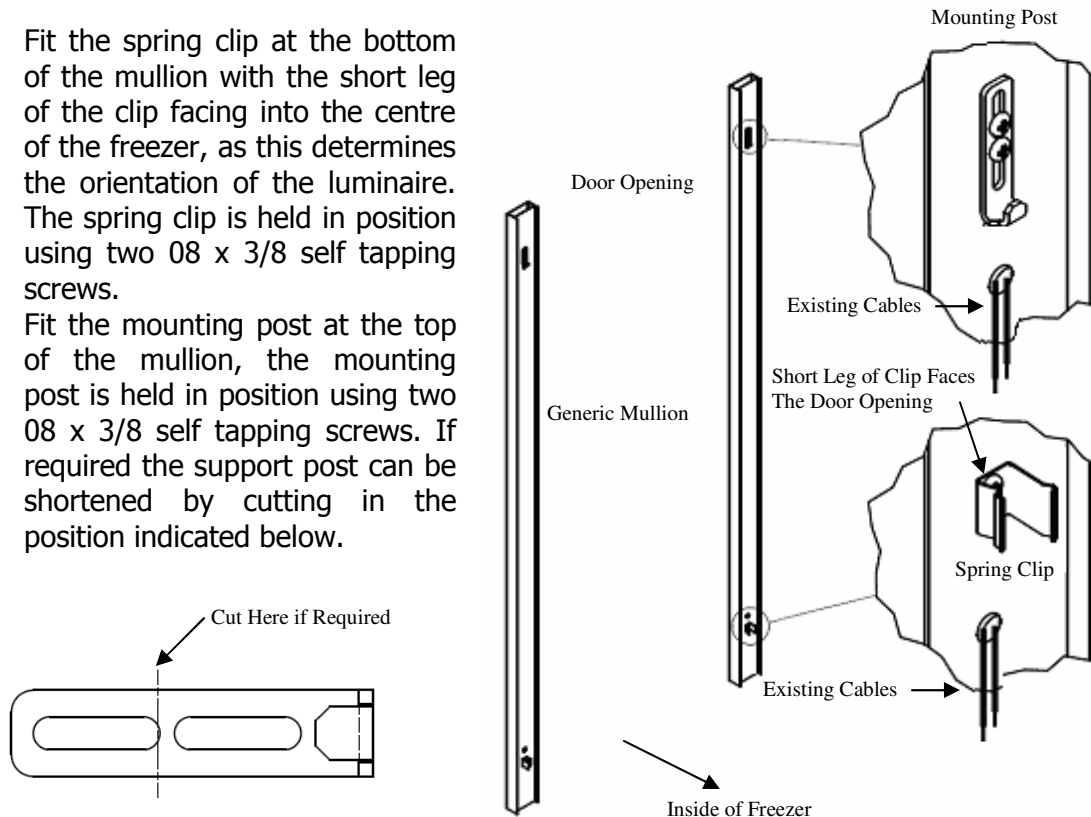


Note:

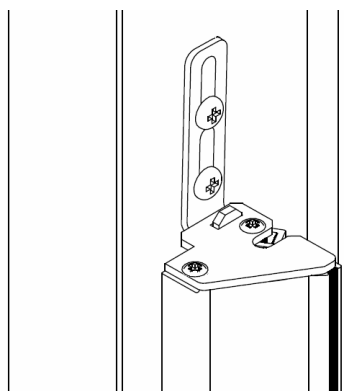
There are 3 mounting options available. Options 1 & 2 uses both a spring clip and mounting post to fix the luminaires in position (pages 12 & 13 and pages 16 & 17), while option 3 uses two spring clips to fix the luminaires in position (page 14 and page 18).

Mounting Option 1 – Using 1 spring clip and 1 mounting post (Luminaire hung from mounting post).

- Fit the spring clip at the bottom of the mullion with the short leg of the clip facing into the centre of the freezer, as this determines the orientation of the luminaire. The spring clip is held in position using two 08 x 3/8 self tapping screws.
- Fit the mounting post at the top of the mullion, the mounting post is held in position using two 08 x 3/8 self tapping screws. If required the support post can be shortened by cutting in the position indicated below.



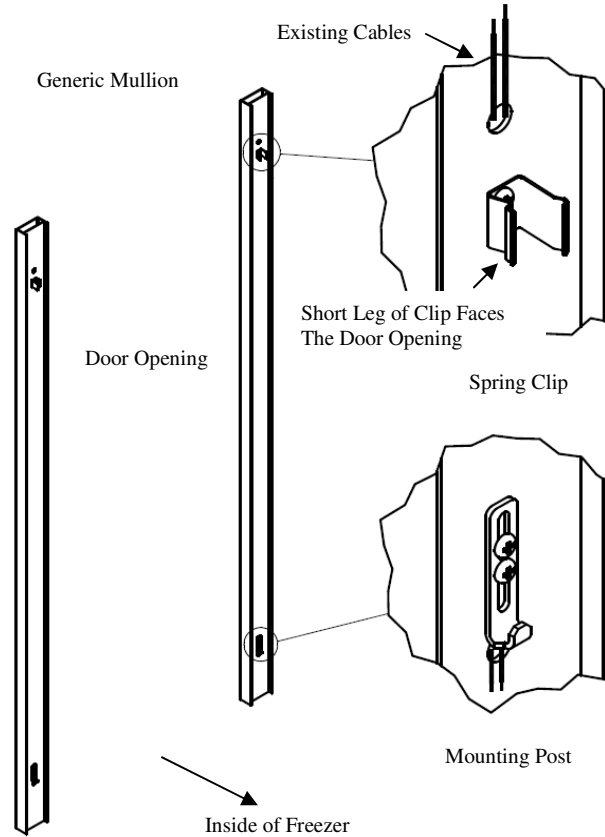
- Orientate the luminaire so that the short face of the aluminium body is facing the door opening, and place the slot in the top end cap of the luminaire over the mounting post.



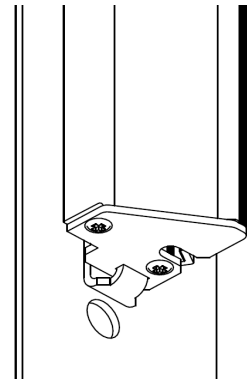
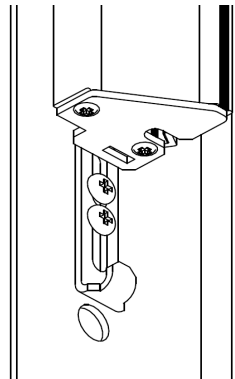


Mounting Option 2 – Using 1 spring clip and 1 mounting post (Luminaire supported by mounting post).

- Fit the mounting post at the bottom of the mullion, the mounting post is held in position using two 08 x 3/8 self tapping screws.
- Fit the spring clip at the top of the mullion with the short leg of the clip facing into the centre of the freezer, as this determines the orientation of the luminaire. The spring clip is held in position using two 08 x 3/8 self tapping screws.



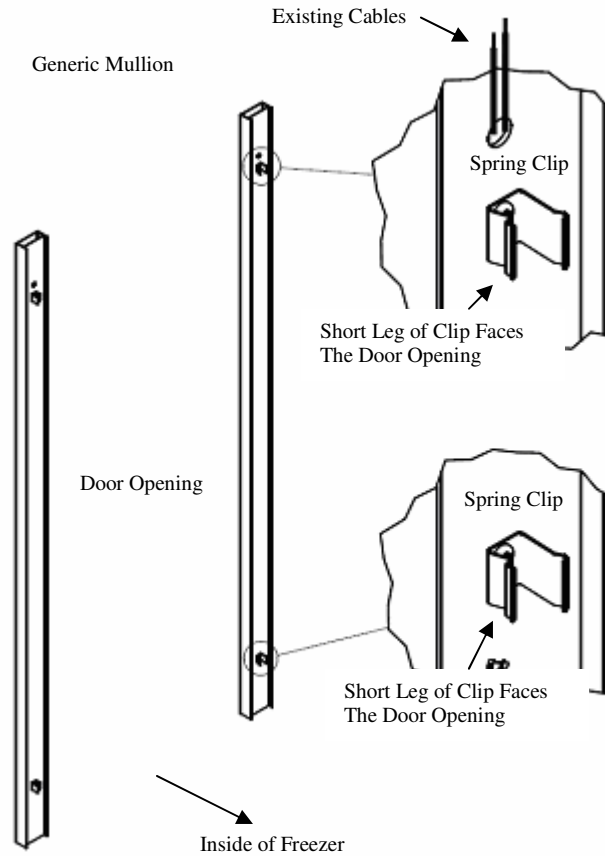
- Orientate the luminaire so that the short face of the aluminium body is facing the door opening, and place the slot in the bottom end cap of the luminaire over the mounting post.





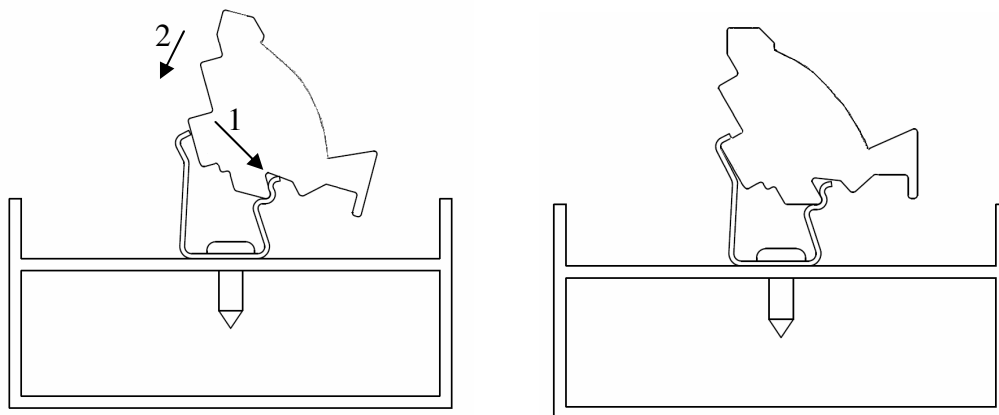
Mounting Option 3 – Using 2 spring clips.

- Fit the 2 spring clips, one at the top of the mullion and one at the bottom of the mullion, with the short leg of the clip facing into the centre of the freezer, as this determines the orientation of the luminaire. Each spring clip is held in position using two 08 x 3/8 self tapping screws.



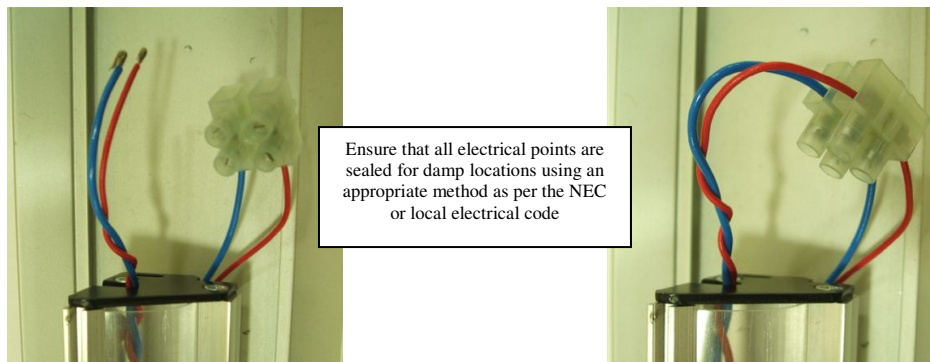
Fitting the Single Luminaire into the Spring clip.

- The luminaire should be located on the short leg of the clip first (1) and then rotated (2) in order to locate the luminaire on the clip and ensure that it is held securely. Under no circumstances should a screwdriver or other tool be used to force the clip.

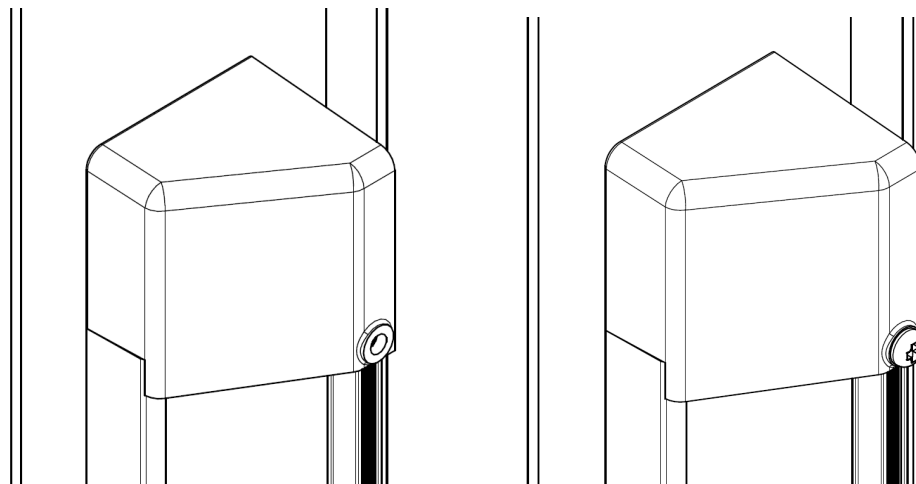




- Having confirmed the polarity of the cables in the mullion (section 3), using either connector blocks or wire nuts connect the cable with the +ve mark to the red wire from the luminaire, and connect the cable with the -ve mark to the blue wire from the luminaire.



- Fit the protective cover over the end cap ensuring that the cables and connectors are tucked neatly under the cover and secure it in position using one M3 x 5 pan head screw.

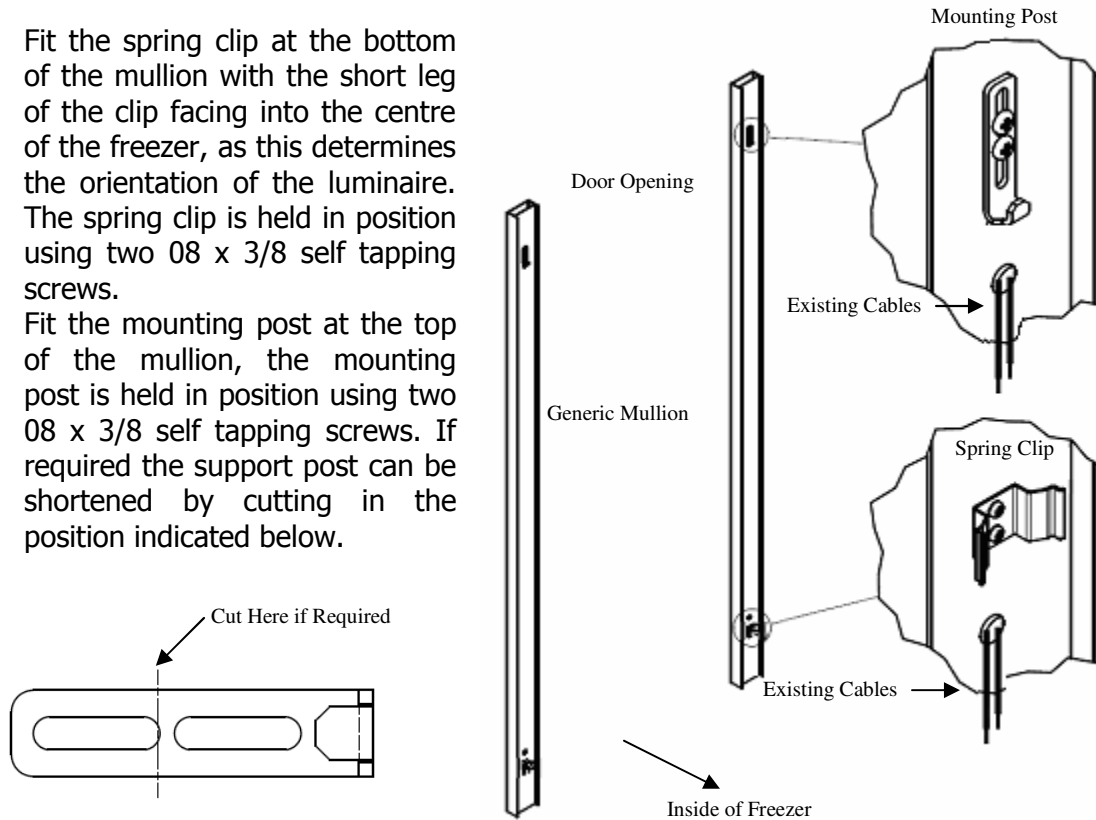




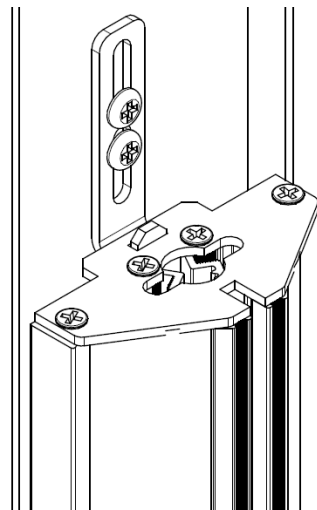
Section 5: Fitting the double luminaire to the centre mullion:
 Refer to section 4 for drilling and location requirements.

Mounting Option 1 – Using 1 spring clip and 1 mounting post (Luminaire hung from mounting post).

- Fit the spring clip at the bottom of the mullion with the short leg of the clip facing into the centre of the freezer, as this determines the orientation of the luminaire. The spring clip is held in position using two 08 x 3/8 self tapping screws.
- Fit the mounting post at the top of the mullion, the mounting post is held in position using two 08 x 3/8 self tapping screws. If required the support post can be shortened by cutting in the position indicated below.



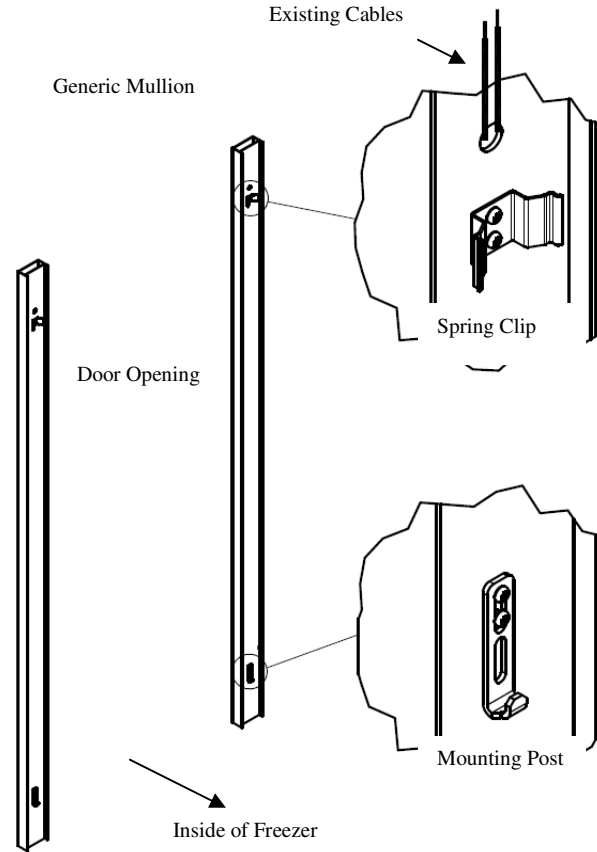
- Orientate the luminaire so that the cables are exiting from the correct end and place the slot in the top end cap of the luminaire over the mounting post.



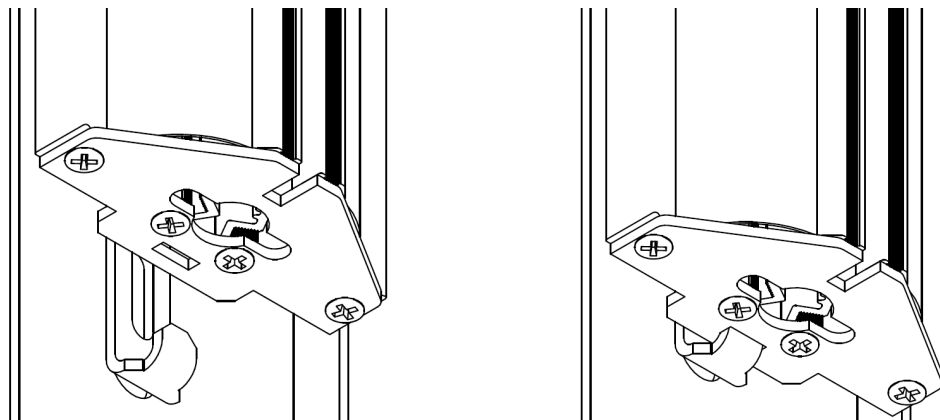


Mounting Option 2 – Using 1 spring clip and 1 mounting post (Luminaire supported by mounting post).

- Fit the mounting post at the bottom of the mullion, the mounting post is held in position using two 08x3/8 self tapping screws.
- Fit the spring clip at the top of the mullion, the spring clip is also held in position using two 08x3/8 self tapping screws.



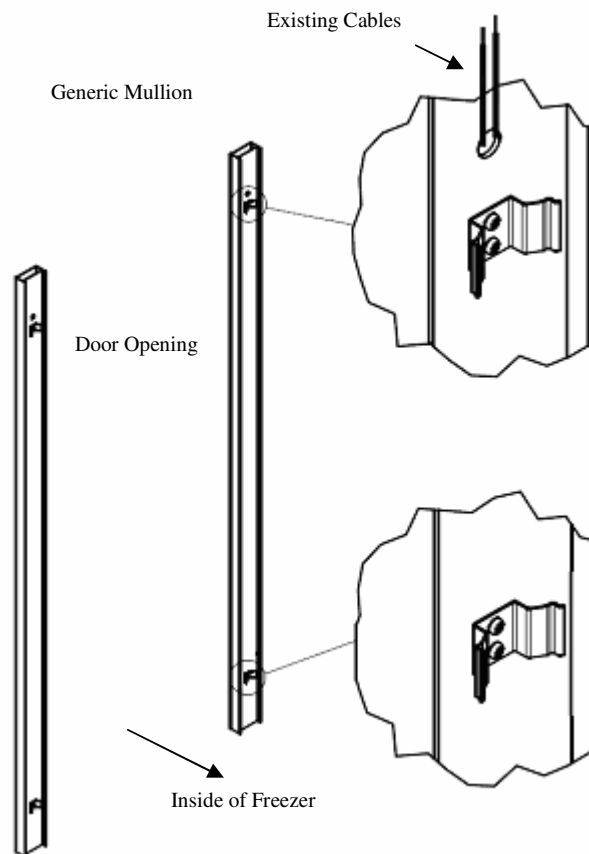
- Orientate the luminaire so that the cables are exiting from the correct end and place the slot in the bottom end cap of the luminaire over the support post.





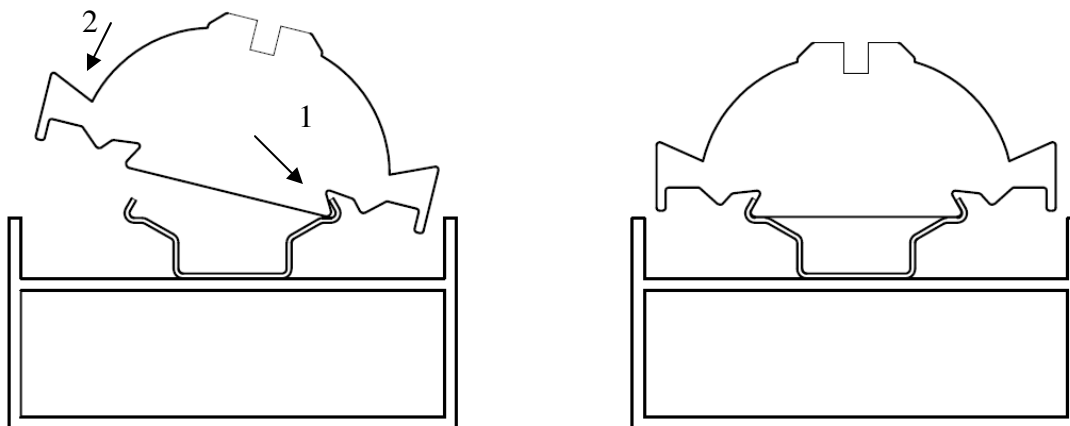
Mounting Option 3 – Using 2 spring clips.

- Fit the 2 spring clips, one at the top of the mullion and one at the bottom of the mullion, each spring clip is also held in position using two 08x3/8 self tapping screws.



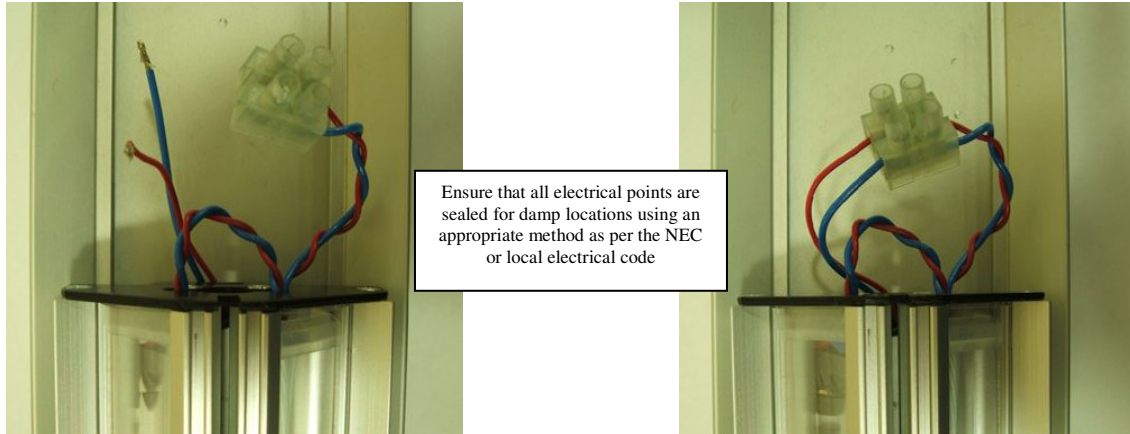
Fitting the Double Luminaire into the Spring clip.

- The luminaire should be located on one side of the clip first (1) and then apply pressure to enable the luminaire be rotated (2) in to position on the clip and ensure that it is held securely. Under no circumstances should a screwdriver or other tool be used to force the clip.

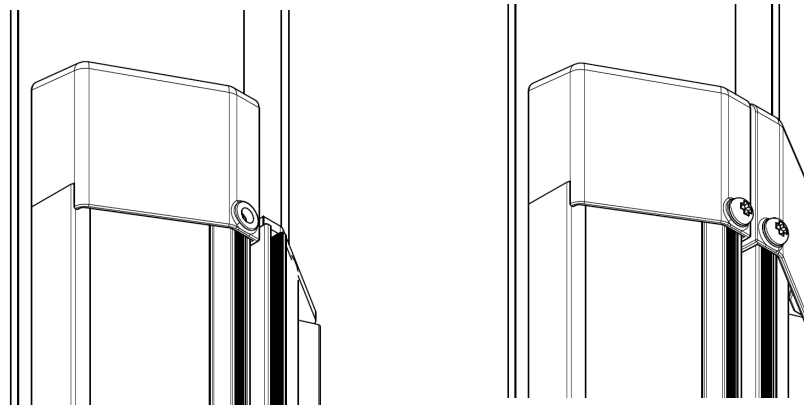




Having confirmed the polarity of the cables in the mullion (section 3) connect the cable with the +ve mark to the red wire from the luminaire, and connect the cable with the -ve to the blue wire from the luminaire.



- Fit the two protective covers over the end cap ensuring that the cables and connectors are tucked neatly under the cover and secure each in position using a M3 x 5 pan head screw.



Section 6: Cleaning Instructions:

If the luminaire requires cleaning.

- Wipe the surface of the luminaire with a clean, lightly dampened, lint free cloth.
- Do not use scouring pads, bleach or industrial detergents as these may damage the surface of the clear plastic cover.



QUINN™
ABS

QUINN™ *plastics*

INFORMACIÓN DE PRODUCTO



QUINN™ ABS

QUINN ABS

QUINN ABS es la mejor opción si lo que necesita es un producto que combine solidez, resistencia y rigidez. Resulta ideal para torneado, taladrado, fresado, serrado, troquelado y cortar, por lo que destaca como la elección óptima en el caso de productos moldeados rígidos y ligeros como maletas, piezas de la carrocería de automóviles, accesorios para el baño, contenedores, señalizaciones, etc.

QUINN ABS es un material mucho más resistente que el poliestireno puro; el estireno da al plástico una superficie impermeable brillante, mientras que el butadieno le proporciona resistencia incluso a bajas temperaturas.

Con QUINN ABS, se alcanza el equilibrio perfecto entre la resistencia mecánica, un amplio intervalo de temperaturas, buena estabilidad dimensional, resistencia química, propiedades de aislamiento eléctrico y facilidad de fabricación. Se encuentra disponible en un amplio abanico de categorías, entre las que se incluyen Medium impact, High impact, así como las variedades de brillo tenue e intenso.

Disponible, asimismo, con una protección UV mejorada, QUINN ABS presenta una gama de colores estándar; a éstos se suman las opciones de color metálico o plata, que pueden adquirirse previa solicitud.

QUINN ABS no es sólo un material sólido y de gran resistencia, sino que también es reciclable, lo que constituye una buena noticia para el medio ambiente.



QUINN ABS



IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTO

Para obtener más información acerca de las categorías de ABS disponibles, consulte la ficha técnica pertinente o, si lo prefiere, póngase en contacto con una de nuestras oficinas comerciales para ser atendido.

APLICACIONES

- Maletas
- Piezas de carrocería de automóviles
- Accesorios para el baño
- Señalizaciones
- Contenedores

GAMA DE PRODUCTOS

- Disponibles en acabado mate, semibrillante o muy brillante
- Espesores disponibles: 0,5 - 10 mm
- Colores: negro, blanco y gris. Colores adicionales disponibles previa solicitud.
- Grabados disponibles: Pinseal, cuero, Smart, satinado

Póngase en contacto con el centro de atención al cliente más cercano a su domicilio para solicitar una descripción completa del producto. Consulte los detalles en la parte trasera del folleto.

CARACTERÍSTICAS

- Rigidez y gran resistencia a los impactos
- Gran calidad de la superficie
- Excelente rendimiento ante impactos en bajas temperaturas
- Apto para termomodelado
- Superficie lisa o grabada con posibilidad de escoger el acabado: mate o brillo
- Excelente para impresión
- Excelentes propiedades de aislamiento eléctrico
- Apto para entrar en contacto con alimentos
- Cumple la normativa de seguridad en caso de incendios: UL 94HB
- Posibilidad de tratamiento corona



Más información en:

Centros de atención al cliente
Reino Unido e Irlanda
Tfno.: +44 (0) 1773 838 400
Fax: +44 (0) 1773 838 401

Francia, Italia, Grecia y Chipre
Tfno.: +33 (0) 385 - 73 68 00
Fax: +33 (0) 385 - 73 68 22

Alemania, Suiza y Austria
Tfno.: +49 (0) 6131 - 63 11 82
Fax: +49 (0) 6131 - 63 11 03

Noreste de Europa,
Rusia, Polonia y Eslovaquia
Tfno.: +421 (0) 41 - 707 14 11
Fax: +421 (0) 41 - 707 14 17

Sureste de Europa,
República Checa, Hungría, Bulgaria y antigua Yugoslavia
Tfno.: +420 318 - 49 39 11
Fax: +420 318 - 63 56 35

España y Portugal
Tfno.: +34 (0) 93 - 575 19 90
Fax: +34 (0) 93 - 564 87 00

Benelux, Escandinavia
y resto de países
Tfno.: +32 (0) 14 - 57 67 11
Fax: +32 (0) 14 - 58 11 27

SEDE CENTRAL

Quinn Plastics
Derrylin
Co Fermanagh
BT92 9AU
Irlanda del Norte
Tfno.: +44 (0) 28 6774 8866
Fax: +44 (0) 28 6774 8800
www.quinn-plastics.com

Quinn Plastics ofrece una amplia gama de placas de material plástico que proporcionan las más variadas opciones a la industria en cuanto a espesores, tamaños, grabados, colores, tratamientos en superficie y opacidad.



QUINN GROUP

Derrylin, Condado de Fermanagh,
Irlanda del Norte, BT92 9AU.

c: info@quinn-group.com
w: www.quinn-group.com



Quinn Group ha adoptado todas las medidas necesarias para garantizar que la información que figura en este folleto sea precisa y declina cualquier responsabilidad en caso de que se haya cometido algún error.

Universal Outdoor Drivers for 12V and 24V LED systems



Applications

- Orientation/Step Lighting
- Architectural Lighting
- Channel Letters
- Contour Lighting
- Edge Lighting



LEDs have evolved into a practical, flexible light source for a wide variety of illumination applications. Common LED products available in the market today are configured in a series-parallel array – designed to be powered by a suitable 12vdc or 24vdc driver – which allows flexibility to connect variable load levels. These operating voltages have become the standard in the industry.

The Brain Behind the Bright Idea

Xitanium LED drivers from Advance Transformer Company are designed specifically for 12V and 24V LED systems and incorporate features that enable broad commercialization of end-use solid-state lighting products.

Features

- UL Class 2
- UL Outdoor Damp location rated - IP 66
- Ultra small, compact size
- Extreme low temperature Performance (-40°C)
- Generous high temperature capability (+60°C)
- Tightly regulated output (1% line, 5% load)
- 5 year warranty

Powered by Advance

Benefits

- Limited output voltage and current plus isolation for safe operation
- Fully potted for moisture resistance and thermal benefits
- Facilitates new, low-profile fixture design
- Allows use in any outdoor application
- Margin flexibility to facilitate fixture design
- Consistent light output across line and load levels
- Peace of mind for your new products and for end users...from the industry's most trusted component maker
- Advance is preferred by end users – Enhance the value of your product

Quick Selection Table

Catalog Number	Description	Application
LEDINTA0012V50FO	Intellivolt 60 Watt 12Vdc Outdoor	<ul style="list-style-type: none"> • 12Vdc LED Systems
LEDINTA0024V41FO	Intellivolt 100 Watt 24Vdc Outdoor	<ul style="list-style-type: none"> • 24Vdc LED Systems

LED Driver Specifications

Description	Catalog Number	Input			Output			Case Temp Max (°C)	Figure	Weight (Grams)
		Volts (V)	Power Max (W)	Current Max (A)	Power Max (W)	Voltage Nom (V)	Current Max (A)			
60 Watt	LEDINTA0012V50FO	120	73.0	0.61	60.0	12.0	5.0	90	A	640
		230		0.32						
		277		0.26						
100 Watt	LEDINTA0024V41FO	120	117.0	0.98	100.0	24.0	4.1	90	A	640
		230		0.51						
		277		.042						

Total Harmonic Distortion: 20% max

Power Factor: 90% min

Line Regulation: 1% output variation across input voltage range

Load Regulation: 5% output variation across input voltage range

Current Crest Factor: 1.5 max

Environmental Protection: IP66 outdoor rated

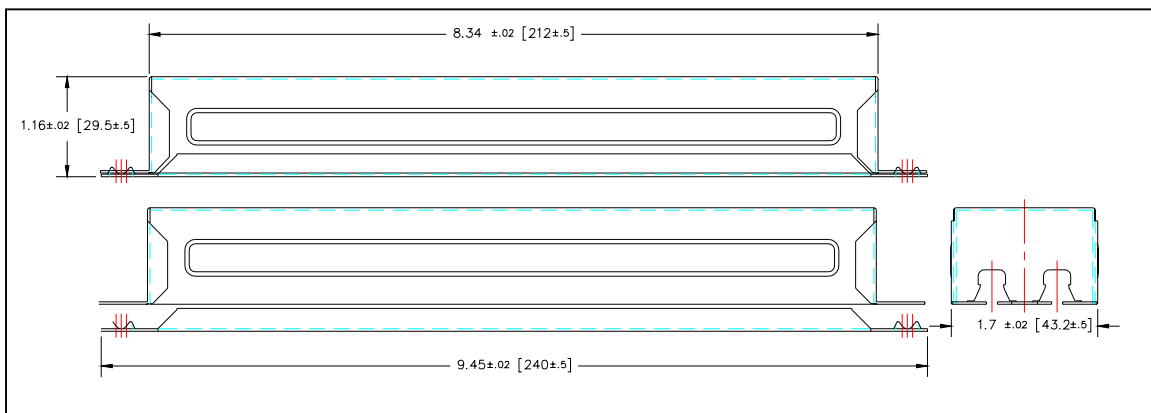
EMI: FCC47 SubPart15, CISPR15 and CISPR22 Class A

Protection: Meet UL1310 for Class 2; Inherent short-circuit protection, self-limited; overload protected; 3.2KV output insulation

AC Input and DC Output: 2 (0.78mm²) Solid Copper Wires, 15cm long

Dimensions

Fig. A



Advance Transformer · 10275 W Higgins Road · Rosemont, IL 60018 · USA

Tel: + 1 847 390-5205 · Fax: + 1 847 390-5264 · E-mail: Julio.Vera@philips.com · Revised 02/05



Overview of LED Product Safety A European Perspective

Introduction

Over the past year, safety legislation relating to LED devices has become somewhat more complicated due not only to a change of horizontal product safety standard, but also the impending implementation of the artificial optical radiation directive, concerned with worker exposure. This note provides an overview of the current situation¹ and a guide to the required measurements.

General Product Safety

The safety of products marketed in the European Union is demonstrated by CE conformity marking, which in turn demonstrates compliance with the relevant applicable EU directive (Low voltage directive, General Product Safety Directive, Machinery Directive...).

Rather than including in these directives the technical requirements for compliance, the EU "New Approach" states the legal requirements to be achieved in the form of Essential Health and Safety Requirements (EHSRs).

To facilitate the interpretation of such requirements, the CEN (Comité Européen de Normalisation) or CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique), create (or adopt) relevant horizontal safety standards, often based on those published by the International Electrotechnical Committee (IEC).

These European Norme (EN) standards are "harmonised" in support of one or more directives, and published by individual EU member states (sometimes with deviations particular to their country). Compliance with these standards are not mandatory but gives presumption of compliance with the essential health and safety requirements.

There may also exist product-specific vertical standards, based on such horizontal standards, to provide manufacturing or user safety requirements

LED Product Safety

In the past, LEDs have been classed as laser type devices and as such have come under the remit of laser standards, such as EN 60825 :2001. With the publication of IEC 60825:2007, and its harmonisation as EN 60825:2007, it is specifically stated that LED devices are no longer covered by this standard, with the exception of those used in communication applications.

Henceforth, LEDs are to be measured against EN 62471:2008, "Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems", a document originally based directly on CIE S009:2002, published by the CIE (Commission Internationale d'Eclairage) and adopted in 2006 by the IEC in IEC 62471:2006.

This standard is due soon to be harmonised into the low voltage directive.

EN62471-1:2008 gives guidance for evaluating the photobiological safety of lamps and lamps systems emitting optical radiation in the range 200-3000nm and provides exposure limits and a framework for classification.

Artificial Optical Radiation Directive (AORD)

Further to Article 16(1) of Directive 89/391/EEC of the 12th June 1989, introducing measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work, the European Union has adopted a number of additional directives relating to the working environment. Amongst these are a group relating to Physical Agents, such as vibration, noise, electromagnetic fields, and artificial optical radiation.

This latter is introduced in Directive 2006/25/EC, published in the Official Journal of the European Union on the 27th April 2006, to be brought into force in law by 27th April 2010.

The measures introduced are designed to prevent harm to workers, due to exposure of the skin and eyes to coherent and non-coherent artificial sources in the work place. It is notable that solar radiation is not included in this directive.

¹ Situation current at publication, May 2009

In accordance with Directive 89/391/EEC, 2006/25/EC states that the burden of responsibility lies with the employer to ensure that risks be assessed (and effectively reduced or removed) within a proper framework, and that the workforce be aware of such risks.

Further specific guidance is provided within this standard with reference to the scope of the risk assessment, to corrective/ preventative measures should limits be exceeded, to worker information and to training and health surveillance.

The methodology to be applied in the determination of exposure levels should follow IEC standards for laser radiation (IEC 60825) and CIE/CEN standards for non-coherent radiation (EN 62471). It should be noted that in the case of the retinal thermal hazard, the exposure limits here differ from those of the IEC/EN standard.

EN 62471:2008: Required Measurements

This standard considers six hazards relative to exposure to the eye and skin over a period of up to eight hours.

Hazard	Wavelength Range (nm)	Quantity	Bioeffect	
			Eye	Skin
Actinic UV skin and eye	200-400 (weighted)	Irradiance	Cornea-photokeratitis Conjunctiva- conjunctivitis Lens-cataractogenesis	Erythema Elastosis
UVA eye	315-400	Irradiance	Lens-cataractogenesis	
Retinal Blue-light	300-700 (weighted)	Radiance	Retina- photoreinitis	
Retinal Blue-light-small source	300-700 (weighted)	Irradiance		
Retinal thermal	380-1400 (weighted)	Radiance	Retina- retinal burn	
Retinal thermal- weak visual stimulus	780-1400 (weighted)	Radiance	Retina- retinal burn	
Infrared radiation eye	780-3000	Irradiance	Cornea- corneal burn Lens-cataractogenesis	
Thermal skin	380-3000	Irradiance		Skin burn

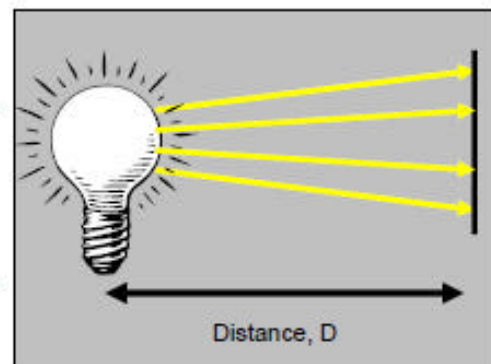
The quantities to be measured and evaluated against exposure limit values, are of irradiance and radiance, as summarised below.

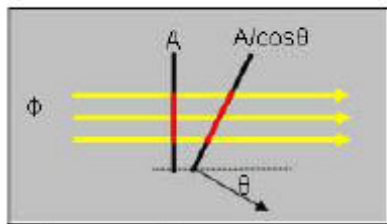
Irradiance

Hazards relating to irradiance are concerned with the quantity of light incident on the skin and eye.

Spectral irradiance is defined as the incident power, from a source at a given distance, per unit area, as a function of wavelength with units of $W.m^{-2} nm^{-1}$.

Integrated between the correct wavelength limits, and weighted in certain instances against hazard functions, a value of irradiance in $W.m^{-2}$ is obtained, which may be compared with the relevant exposure limit to determine permissible time to exposure before hazard.





The correct measurement of spectral irradiance should include light from the entire hemisphere above the measurement plane.

As the angle of incidence moves away from the normal to the measurement plane, the irradiance reduces with the cosine of the angle, since the illuminated area increases by the same factor.

This is termed cosine response; it is important that the cosine input optic mimics this response to measure accurately, the deviation therefrom being characterised by the parameter, f_2' .

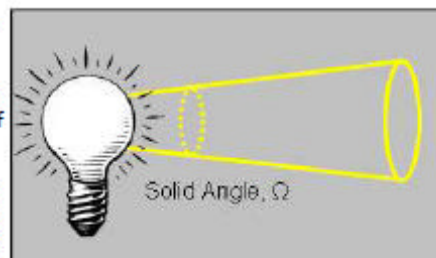
In practice, with regards to EN 62471, the hemispherical field of view of the measurement is restricted in certain cases to relate to biophysical phenomena.

Radiance

Hazards relating to radiance are concerned with the irradiation of the retina, the eye imaging the source in question thereupon.

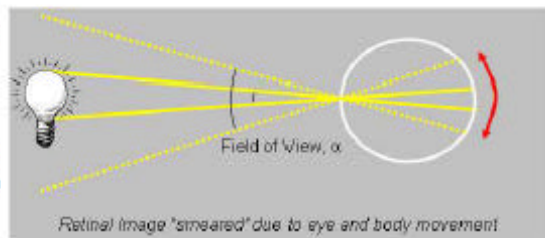
Spectral radiance is defined as the power emitted from a source per unit area into unit solid angle with units of $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$.

Integrated between the correct wavelength limits, and weighted against hazard functions, a value of radiance in $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$ is obtained, which may be compared with the relevant exposure limit to determine permissible time to exposure before hazard.



In its strict definition, radiance is measured using an input optic that measures over a defined area of the source, into a defined solid angle. It follows that the measurement instrument view is smaller than, or is overfilled by the source.

The smallest image that can be focussed on the retina by the eye is taken to have angular extent 1.7mrad. With increasing exposure time, due to eye movement and task-determined movement, this image is smeared on the retina, covering the area of an effectively larger field of view, taken as a maximum of 100mrad.



In the context of the photobiological safety of lamps, the measurement of radiance is performed in a manner that reflects this phenomenon; a field of view relevant to the exposure of the eye, and not the size of the source is used. This quantity is more accurately termed "physiological radiance", since the measured radiance may be lower than the true source radiance.

Radiance may be measured by either a lens and aperture, or a solely-aperture-based approach, to restrict the field of view of measurement to one relating to retinal exposure as a function of time.

Source Angular Subtense

In the case of the retinal thermal hazard, a knowledge of the source angular subtense (to which retinal image size is proportional) is required to evaluate the hazard since, as the retinal image becomes larger, the axial heat flow reduces, making damage more likely.

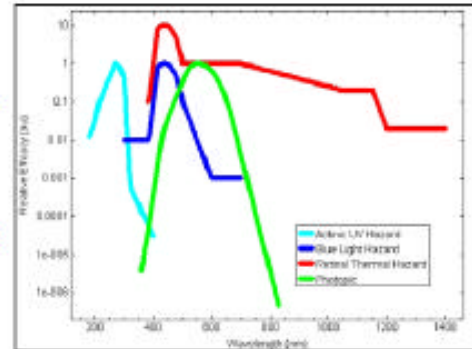
Where a source incorporates no optics, the source angular subtense is that of the physical source.

Where a source incorporates lenses and reflectors, the apparent source may be at a location other than that of the physical source; an imaging-based technique is required in the evaluation thereof.

Hazard Weighting Functions

There are four weighting functions used in this standard, three relating to specific photobiological hazards, and the fourth, photopic eye response, used in the evaluation of the luminous efficacy of the source in question.

Multiplying or weighing, the source spectral irradiance/radiance spectrum by the action curve determines what portion of the spectrum contributes or not to the function considered.



Classification

Sources are classified into the following four groups according to hazard, based on permissible exposure time before hazard exceeded:-

Risk Group	Philosophical Basis
Exempt	No photobiological hazard
Group 1	No photobiological hazard under normal behavioural limitations
Group 2	Does not pose a hazard due to aversion response to bright light or thermal discomfort
Group 3	Hazardous even for momentary exposure

In all measurements of irradiance, the hazard exposure limit value is divided by the measured irradiance to determine the permissible exposure time, which is then compared with the limits of each risk group.

In the case of measurements of radiance, the field of view corresponding to the maximum permissible time to exposure of a given class is used as the measurement condition, and pass/ fail of the criteria for the given class determined.

Measurement Conditions

The procedure to classify a given source against EN62471:2008, or to determine worker exposure in terms of the AORD is an involved process.

When proceeding to evaluate a source against AORD, the measurement distance should be commensurate with worker exposure; against EN62471:2008, it is first necessary to class the device as either one designed for general lighting service (GLS), or for all other applications.

In the case of GLS devices, the source should be evaluated at a distance that produces an illuminance of 500lux. In practice, the measurement distance may be a number of metres. In all other cases, the measurement should be performed at 200mm.

The measurement of radiance in particular represents a challenge in that within a given field of view, a single device may not pose any hazards, whilst multiple sources may do so.

A further complication is the fact that there is little correspondence between measurements of a bare source and measurements of the same source in a luminaire, making measurements in both instances a potential requirement.

IEC 62471-2

Not formally adopted by CENELEC, IEC 62471-2, "Photobiological safety of lamps and lamp systems – Part 2:Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety" provides further guidance on the measurement and labelling of sources and is a useful supplement to EN 62471:2008.

Specification Sheet

The Vantium Largo design is for any multi-deck case configuration. It enhances merchandising and improves energy efficiency while resolving performance issues typically associated with fluorescent lighting in low temperature environments. Vantium Largo is already designed into major global case manufacturers, is fully certified and is easy to retro-fit into existing shelving stock.



LIGHTING CONSIDERATIONS	VANTIUM SOLUTION	RETAILER BENEFIT
Traditional lighting fixtures are cumbersome which restricts their installation when placed under shelves to positions set back from the front. This creates shadowing on the food products below and requires the installation of high power canopy lighting to illuminate the front row of the display.	Low-profile luminaire design facilitates mounting under shelves and closer to the front edge. The existing price tag-holder can also be replaced with a luminaire which is low profile, efficient and unobtrusive. This front-of-shelf luminaire optimizes illumination on the front face of the produce below.	Brighter illumination of all products on display in all areas of the shelf. The front-of shelf luminaire further improves efficiencies by removing the requirement for high power canopy lighting. Note: A low power luminaire is installed to illuminate the upper shelf.
Fixed length luminaires create a shortfall in illumination at the sides of the shelves. These dark areas become more noticeable in continuous lines of shelves.	Luminaires which are scalable in length to fit any shelf.	Continuous and uniform illumination across lines of shelves.
Heat ventilation louvres and sheet metal joins on traditional lighting clog up with food debris, creating a health hazard as they are difficult to clean.	Smooth wipe-clean exterior profile.	Minimal build up of food; easy to clean without having to dismantle the luminaire.
Traditional lighting contains a fixed backing/reflector which can obstruct light output when shelves are placed at an angle.	Innovative mounting brackets that allow the luminaire to be rotated to adjust the light output direction.	No obstruction to light output thus maximising illumination on the shelves below.

N13 Product Series Options

The Vantium Largo design enables you to build the optimum solution offering an unrivalled choice in terms of scale, style, illumination and colour temperature. Each customer can configure their own lighting solution by selecting from the table below. Vantium Largo is supplied complete with mounting hardware, power supplies and cables. Custom mounting brackets or retro-fit clips are also available.

TYPE	EXTRUSION COLOUR	LED COLOUR	LENGTH	POWER	LUMENS OUTPUT			
					STANDARD		HIGH	
	Options	Options	mm	W	2800K	3900K	2800K	3900K
Undershelf	Clear	2800K	807	10	456	456	592	592
	Black	3900K	1196	15	684	684	888	888
			1585	20	912	912	1184	1184
Frontshelf	Clear	2800K	914	10	456	456	592	592
	Black	3900K	1219	15	684	684	888	888
			1250	15	684	684	888	888
Canopy	Clear	2800K	914	21.5	1026	1026	1332	1332
	Black	3900K	1219	29	1368	1368	1776	1776
			1524	36	1710	1710	2220	2220

Functionality

DIMMING:	Variable and step dimming options available. Step-dimming enables the retailers to reduce the energy consumption by 50% with only a 40% impact on illumination, using a switch contact or occupancy sensor.
TIMERS:	Preset-dimming option can be used during periods of peak rate electricity or periods of low aisle traffic.
DIFFUSER:	Clear or opal lens covers.
WIRING:	Easy installation with cable length customised for each application.

Accessories

Nualight maintains a stock of power supplies which meet with international safety approvals (UL/CSA/CE). Nualight can also provide the power supply specification to allow you to source the PSU directly from an approved manufacturer or use an approved 24VDC power rail which is already available in the display case.



Mounting brackets clip onto shelf support rails and allow angle adjustment of the luminaire.



Fixed (OEM) bracket for permanent fixing and angle adjustment of the luminaire.

www.nualight.com

- Doors
- Shelves
- Islands
- Counters
- Combi
- Rooms
- Private Label