



RUSSULA

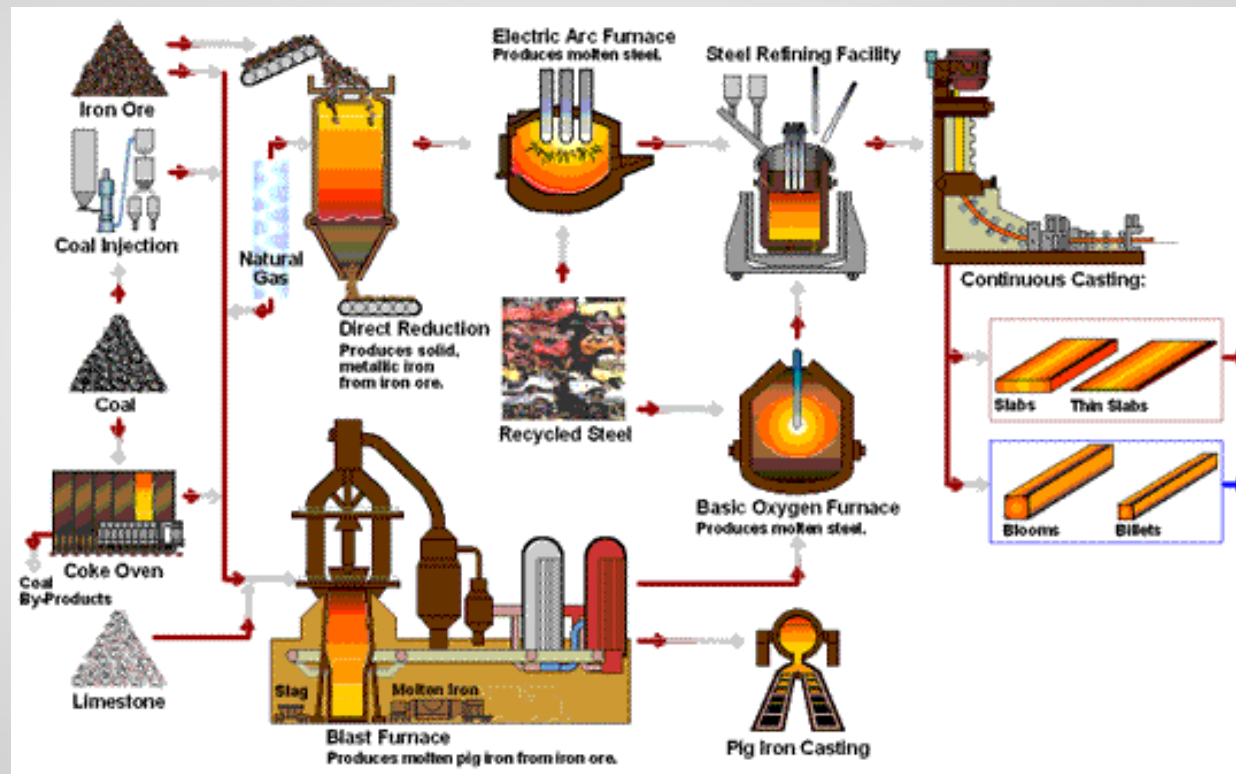
Control en trenes de laminación

GRUPO RUSSULA

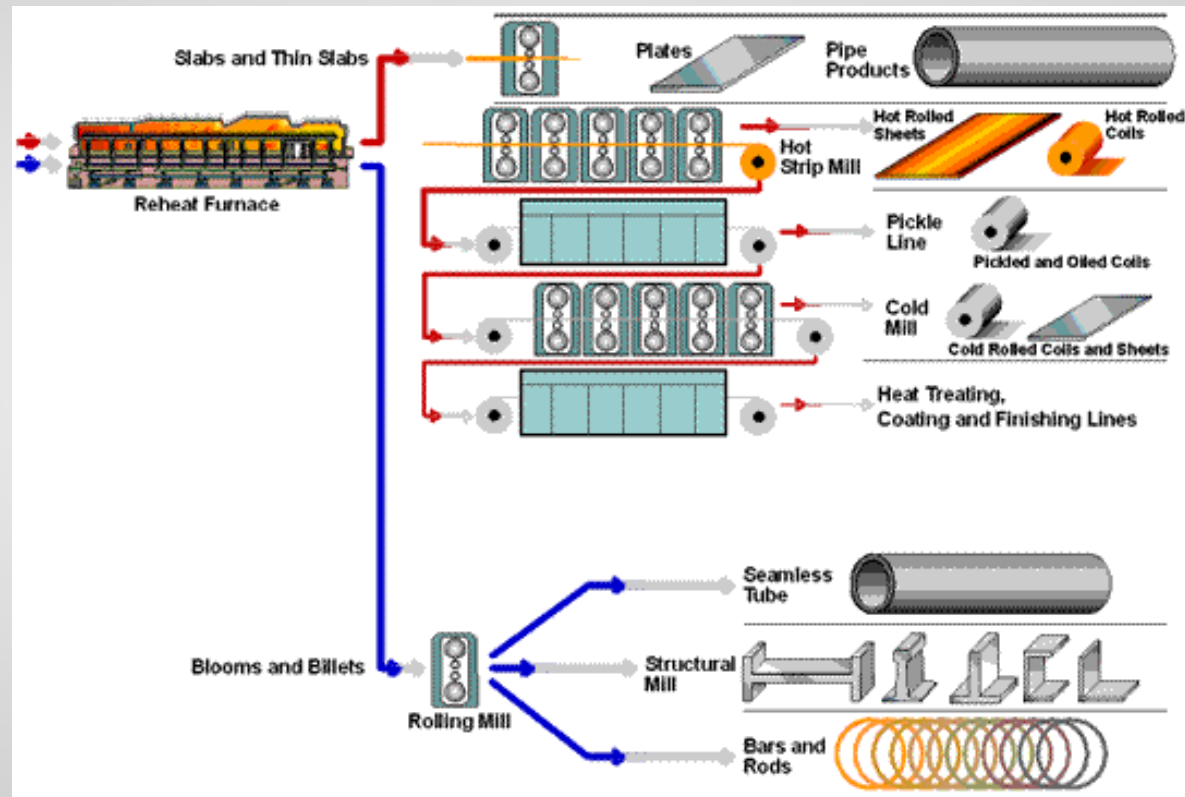
Control en trenes de laminación

- **Introducción: La vida del acero**
- Russula
- Tren de laminación, visión general
- El control
 - Arquitectura de control
 - Funciones del PLC
 - El convertidor
 - HMI
- Video
- Preguntas

Del mineral de hierro al "slab" o palanquilla



De la palanquilla al producto final



Control en trenes de laminación

- Introducción: La vida del acero
- **Russula**
- Tren de laminación, visión general
- El control
 - Arquitectura de control
 - Funciones del PLC
 - El convertidor
 - HMI
- Video
- Preguntas

- Russula fue fundada en 1988.
- Russula está especializada en productos y servicios de automatización dedicados a la industria del acero.
- Somos expertos en la integración de sistemas.

Nuestra filosofía:

“Cada tonelada de acero vendida en el mundo haya sido producida con el máximo valor añadido para nuestros clientes de una manera eficiente y sostenible.”

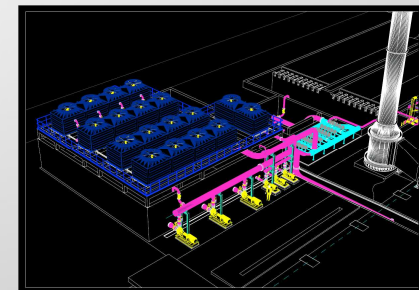
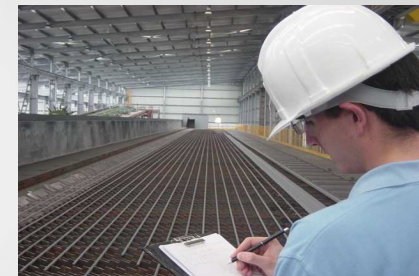
- Para asegurar lo mejor servicio para nuestro clientes, tenemos oficinas en todo el mundo



Gama de productos

Russula

- **Diseño y realización de proyectos de ingeniería, expansión y modernización de trenes de laminación.**
- **La gama de productos para el tren de laminación:**
 - Control del tren
 - Control del horno de calentamiento/control del horno digital
 - Control del tren de laminación
 - Control del agua de tratamiento
 - Diseño único de la planta de tratamiento de aguas
 - Comunicación con MRP/Nivel 2
- **Soluciones de control en líneas de proceso y acabado**
 - Líneas de corte longitudinal y transversal
 - Aplanadoras cíclicas
 - Líneas de decapado
 - Líneas de pintura
 - Líneas de embalaje
 - Laminación en frío y caliente

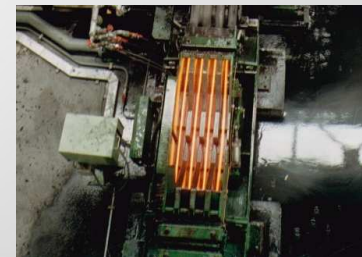


RUSSULA

ENGINEERING AND AUTOMATION SOLUTIONS

Nuevos trenes de laminación y modernización y actualización de los existentes:

- Tren de barras
- Tren de laminación en frío
- Tren de alambrón
- Medium section mills
- Tren de perfiles
- Tren de pletina
- Tren de rollos
- Línea de bloque



Cientes

- 446 proyectos implantados a nivel mundial



 **PAISES CON PROYECTOS REALIZADOS**

Russula

EUROPA & ORIENTE MEDIA

Alemania
Francia
Italia
Suecia
Luxemburgo
UK
Rusia
España
Polonia
Portugal
Turquía
Irán
Grecia
Chequia
Serbia

AMERICA

Estados Unidos
Canadá
México
Argentina
Brasil
Chile
Venezuela

ASIA

Hong Kong/China
India
Malasia
Sur Corea
Singapur
Tailandia
Taiwán

AFRICA

Marruecos
Ghana

RUSSULA

ENGINEERING AND AUTOMATION SOLUTIONS

Cientes

Russula

- 62 Proyectos de sistemas de control y eléctricas en los últimos 3 años
- Algunos clientes:

TATA
TAMCO
NUCOR
POSCO
CELAYA
GERDAU
ISDEMIR
SIDENOR
ACERINOX
CELSA GROUP
CASCADE STEEL
SANDVIK STEEL
ARCELOR MITTAL

FERROATLANTICA
SHIU WING STEEL
SIDERURGICA AÑON
ANTARA STEEL MILLS
FAGERSTA STAINLESS
LAMINACIONES ARREGUI
ROANOKE ELECTRIC STEEL
NORTH AMERICAN STAINLESS

INDIA
ESTADOS UNIDOS
ESTADOS UNIDOS
SUR COREA
MEXICO
BRASIL, CHILE, ESTADOS UNIDOS, CANADA
TURQUIA
ESPAÑA
ESPAÑA, ESTADOS UNIDOS
ESPAÑA, UK, POLONIA
ESTADOS UNIDOS
SUECIA
POLONIA, LUXEMBURGO, ESPAÑA, ESTADOS UNIDOS,
MEXICO, BRASIL, ARGENTINA
ESPAÑA
CHINA
ESPAÑA
MALAYSIA
SUECIA
ESPAÑA
ESTADOS UNIDOS
ESTADOS UNIDOS

- **Gran experiencia en Sistemas de Control para trenes de laminación**
- **Alta capacidad para solucionar problemas**
- **Soluciones que proporcionan:**
 - Aumento de la calidad del acero
 - Reducción de residuos
 - Un proceso más eficiente
 - Ahorro de energía
- **Servicio y asistencia post venta**
- **Suministro de los mejores proveedores**
- **Eficacia en puestas en marcha**



Control en trenes de laminación

- Introducción: La vida del acero
- Russula
- Tren de laminación, visión general
- El control
 - Arquitectura de control
 - Funciones del PLC
 - El convertidor
 - HMI
- Video
- Preguntas

Secciones de un tren de laminación

> Tren de rollos

- Horno de recalentamiento
- Desbaste, Intermedio y Acabador
- Formación y enfriamiento de espiras
- Formador de rollo
- Evacuación de rollos



Secciones de un tren de laminación

> Tren de barras

- Horno de recalentamiento
- Desbaste, Intermedio y Acabador
- Enfriadero
- Apilador
- Evacuación de paquetes



Horno

Tren de laminación, visión general

Tipos de combustible

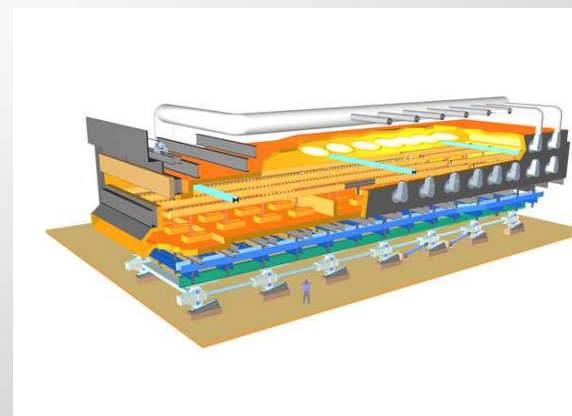
- Fuel

- Gas

Tipo de horno

- Largueros móviles

- Empuje



Cajas laminación

Tren de laminación, visión general

Tipos de cajas

- Desbaste
- Acabadoras
- Bloques



RUSSULA

ENGINEERING AND AUTOMATION SOLUTIONS

Cajas laminación

Tren de laminación, visión general

Elementos

- Guías
- “Dobladoras”
- Sprays de agua
- Mesas de bucle



RUSSULA

ENGINEERING AND AUTOMATION SOLUTIONS

Cizallas

Tren de laminación, visión general

Tipos por accionamiento

- Directo (marcha/paro)
- Embrague / Freno

Tipos por constitución

- Rotatoria
- Articulada
- “Vailarina”



RUSSULA

ENGINEERING AND AUTOMATION SOLUTIONS

Auxiliares

Tren de laminación, visión general

Elementos auxiliares

- Arrastradores
- Caminos de rodillos
- Troceadoras
- Cajas de agua



RUSSULA

ENGINEERING AND AUTOMATION SOLUTIONS

Enfriadero

Tren de laminación, visión general

Elementos

- Desviador
- Zancón
- Placa (rake)
- Sprays
- Rodillos alineación



RUSSULA

ENGINEERING AND AUTOMATION SOLUTIONS

Formación de rollos

Tren de laminación, visión general

Elementos

- Formador de espiras
- Tratamiento térmico
- “Reforming”
- Mandrino
- Carro transferidor de rollos
- Ganchos de transporte

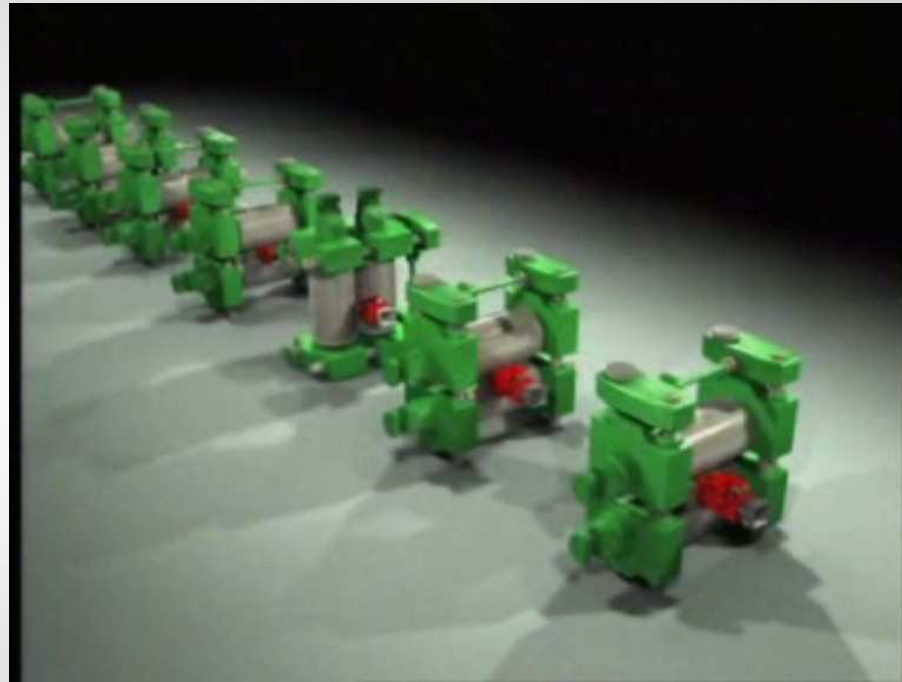


RUSSULA

ENGINEERING AND AUTOMATION SOLUTIONS

Infografía laminación

Tren de laminación, visión general



RUSSULA

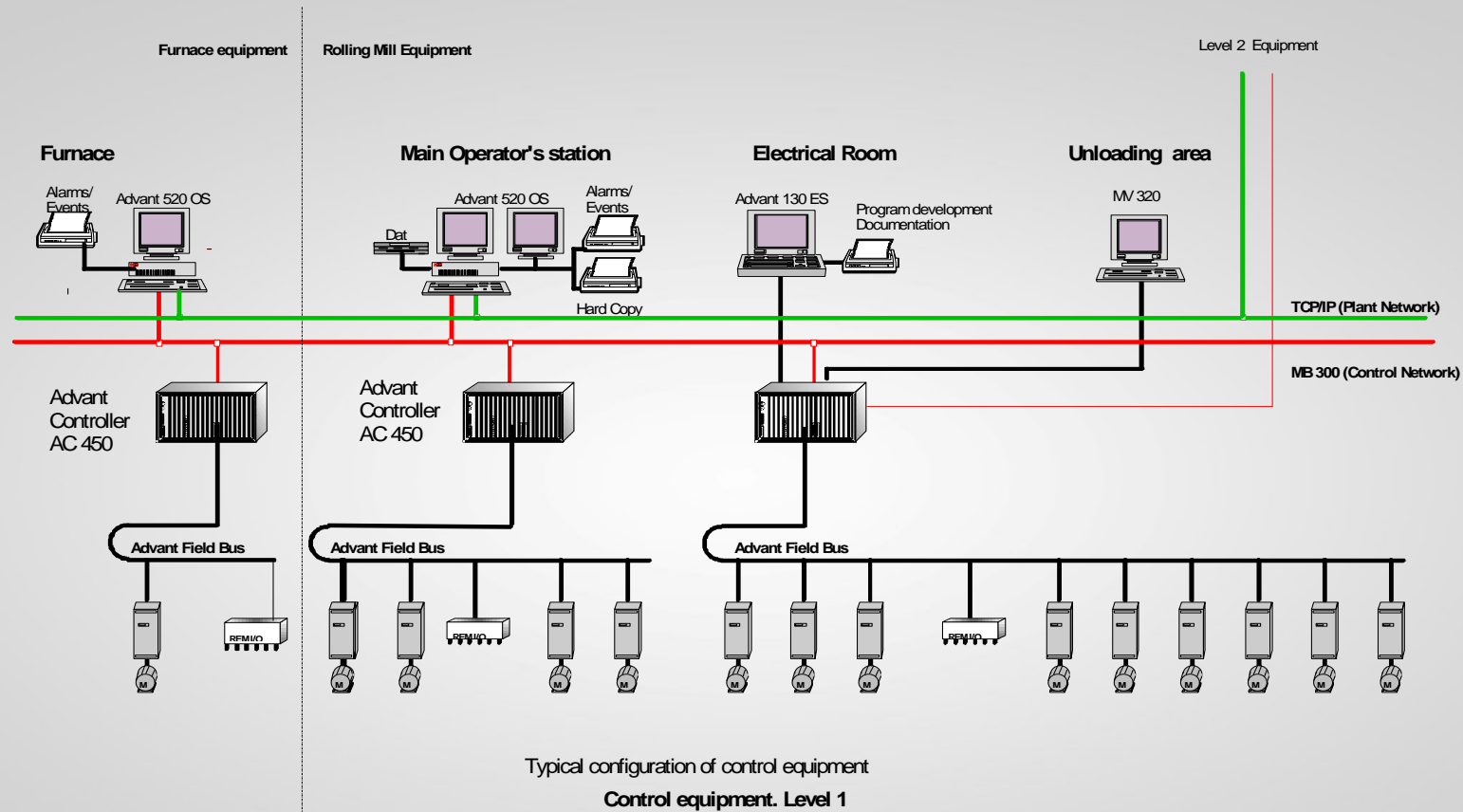
ENGINEERING AND AUTOMATION SOLUTIONS

Control en trenes de laminación

- Introducción: La vida del acero
- Russula
- Tren de laminación, visión general
- **El sistema de control**
 - Arquitectura de control
 - Funciones del control
 - El convertidor
 - HMI
- Video
- Preguntas

Arquitectura

Sistema de control del tren



Funciones principales

- Lógica marcha/paro
- Referencia de velocidad
- Tracking de cabeza y cola
- Control de bucle
- Control de tensión
- Detección automática de madejas
- Control cizallas

Lógica de marcha / paro

- Control de Conexión
- Control de Marcha
- Control individual, por sección o todo el tren
- Control auxiliares

- Enclavamientos por accionamiento
- Tipos de enclavamiento (conexión, marcha, laminación)
- Efecto del enclavamiento (paro inmediato, temporizado, inhibición laminación)
- Gestión de secciones
- Estado general del tren

Funciones de control

Sistema de control del tren

Lógica de marcha / paro

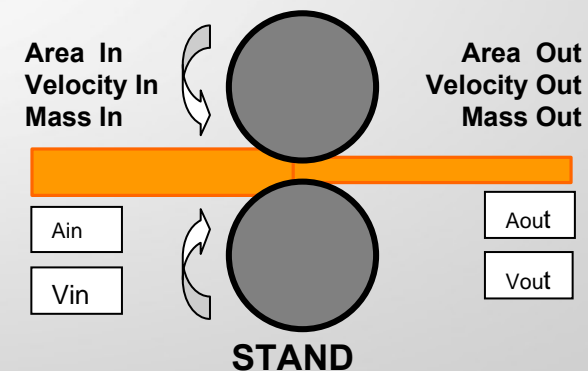
The image displays a complex control interface for a train system, titled "MARCHA : MARCHA/PARO ACCIONAMIENTOS". It features a grid of control buttons for various components, including TREN, BFM, PFM, IM2, IM1, BDM, and numerous motor units (RT22, SH18BM, CS18BM, BRSMR1, BRSMR2, BRSMS, RT23, PR4, SH1B, SH2B, CSB, ST13, ST14, ST15, ST16, ST17, ST18, DRT2, ART, RIT1, RIT2, RIT3, RT4, RIT5, RIT6, RIT7, ST7, ST8, ST9, ST10, ST11, SH12, DRT1). A central configuration window titled "AJUSTES Y CONFIGURACION" is open, showing settings for "H4" with options for OFF/ON, SELECCION, TENSION, WST, TROCEAR, LOCAL, EMERGENCIA, BLOQUEADO, and FALLO. It also displays real-time data for R ACTUAL, R RECETA, CORRIENTE, VELOCIDAD, DIAMETRO, CANAL, TENSION, and TENSION REF. A large red text overlay "STO PARA CONEXION" is visible on the right side of the interface. At the bottom, a status bar shows "Fault" and "AO4 - Fallo Laminacion" with a timestamp of 19/07/2007 10:59:16.

Referencia de velocidad: El factor de reducción, "R"

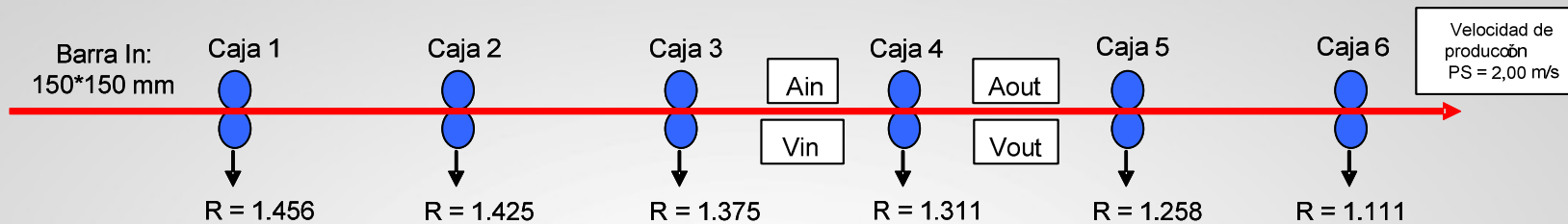
- Dado que la cantidad de material no varía, definimos el factor R o factor de reducción como la relación entre el área del material que entra y sale de los rodillos o entre la velocidad de la barra antes y después de los mismos.

Factor de elongación / Reduction Factor

$$R = \frac{A_{in}}{A_{out}}$$
$$R = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$



Referencia de velocidad: Cascada principal



	R- Factor	Area In mm ²	Area Out mm ²	Vin m/s	Vout m/s
Caja 1	1,456	22500	15453	0,38	0,56
Caja 2	1,425	15453	10844	0,56	0,79
Caja 3	1,375	10844	7886,9	0,79	1,09
Caja 4	1,311	7886,9	6015,9	1,09	1,43
Caja 5	1,258	6015,9	4782,1	1,43	1,80
Caja 6	1,111	4782,1	4304,3	1,80	2,00

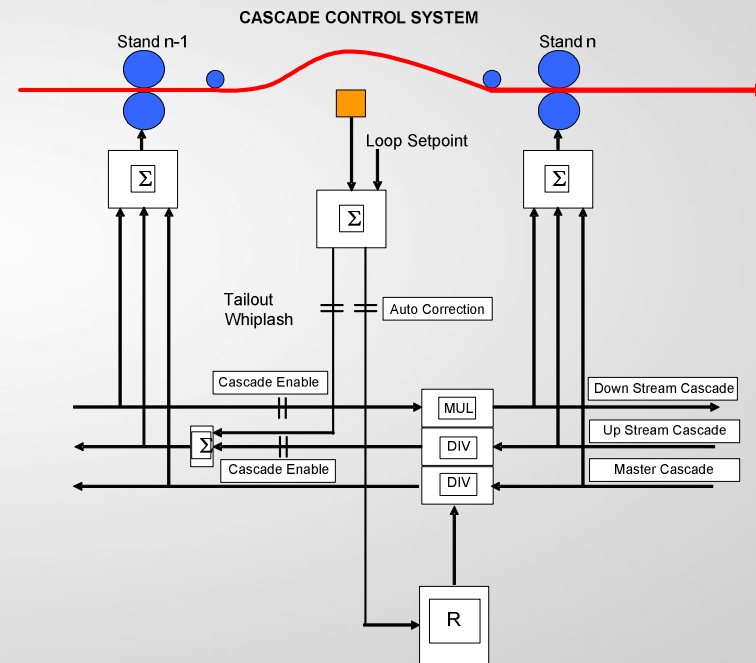
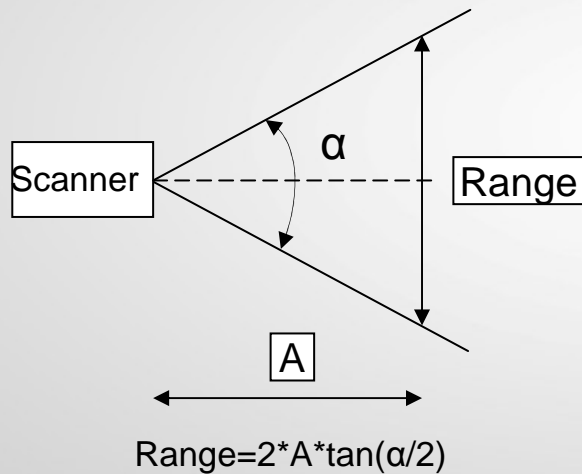
$$\frac{1,432}{1,092} = 1,311$$

Referencia de velocidad: Cascada de velocidad

RECIPE	TENSION	LOOP	SPEED (fpm)	SPEED (%)	WORK DIAM. (inch)
3			38.1	42.9	25.420
7	1.000		52.6	54.7	17.270
6			69.6	54.4	18.370
5	1.000		93.8	40.9	21.140
4	0.500		125.6	36.2	21.810
3	0.500		168.3	43.5	21.690
2	0.500		224.3	48.7	21.540
1	0.500		298.5	42.0	21.900
0	0.500		368.0	44.0	16.610
9	0.700		455.4	47.8	14.550
8	0.700		559.3	47.5	14.650
7		0.500	673.4	46.8	14.050
6		0.500	815.8	44.1	14.680
5		0.500	990.8	39.3	15.780
4		0.500	1204.4	35.5	13.800
3		0.500	1574.2	32.6	15.800
2		0.500	2019.0	34.9	15.800
1		0.500	2274.9	48.5	12.800

Control de bucle

Control de velocidad para mantener la altura del bucle dentro de valores aceptables



Control de bucle - Fundamentos

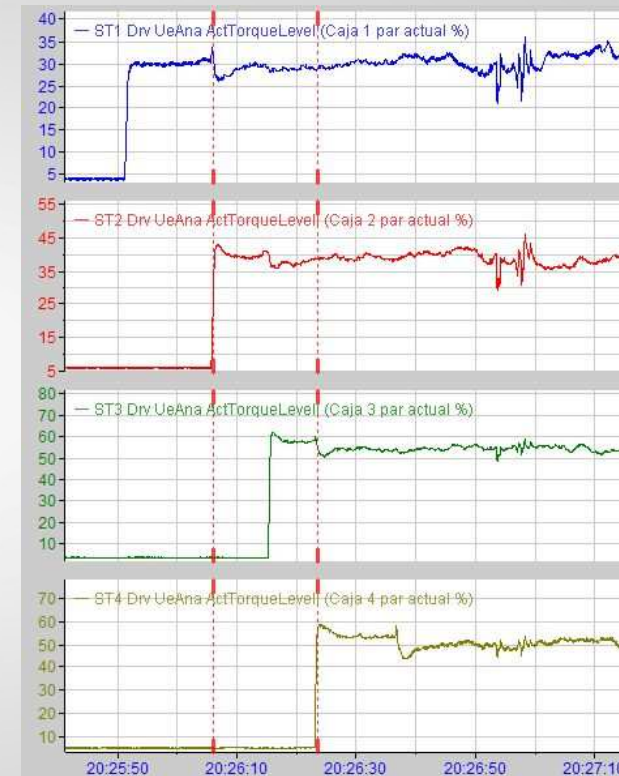
- *El sistema de control de bucle asegura que la barra se lamina sin tensión.*
- *El operador fija el valor deseado de altura de bucle en el HMI*
- *Mediante la “rotosonda” o “loop scanner” se mide al altura del bucle y el sistema de control ajusta la velocidad de las cajas aguas arriba, por medio del fator R , para mantener la altura*
- *Cuando la barra entra en la siguiente caja el brazo formador de bucle se activa para ayudar a la formación del bucle.*
- *El brazo formador se baja cuando la cola va a salir de la caja anterior para asegurar una suave secuencia de cola.*
- *El factor R se memoriza tan pronto como el bucle se ha formado y estabilizado para ser utilizado como valor de inicio para la siguiente barra. Esto asegura una formación rápida y estable.*

Funciones de control

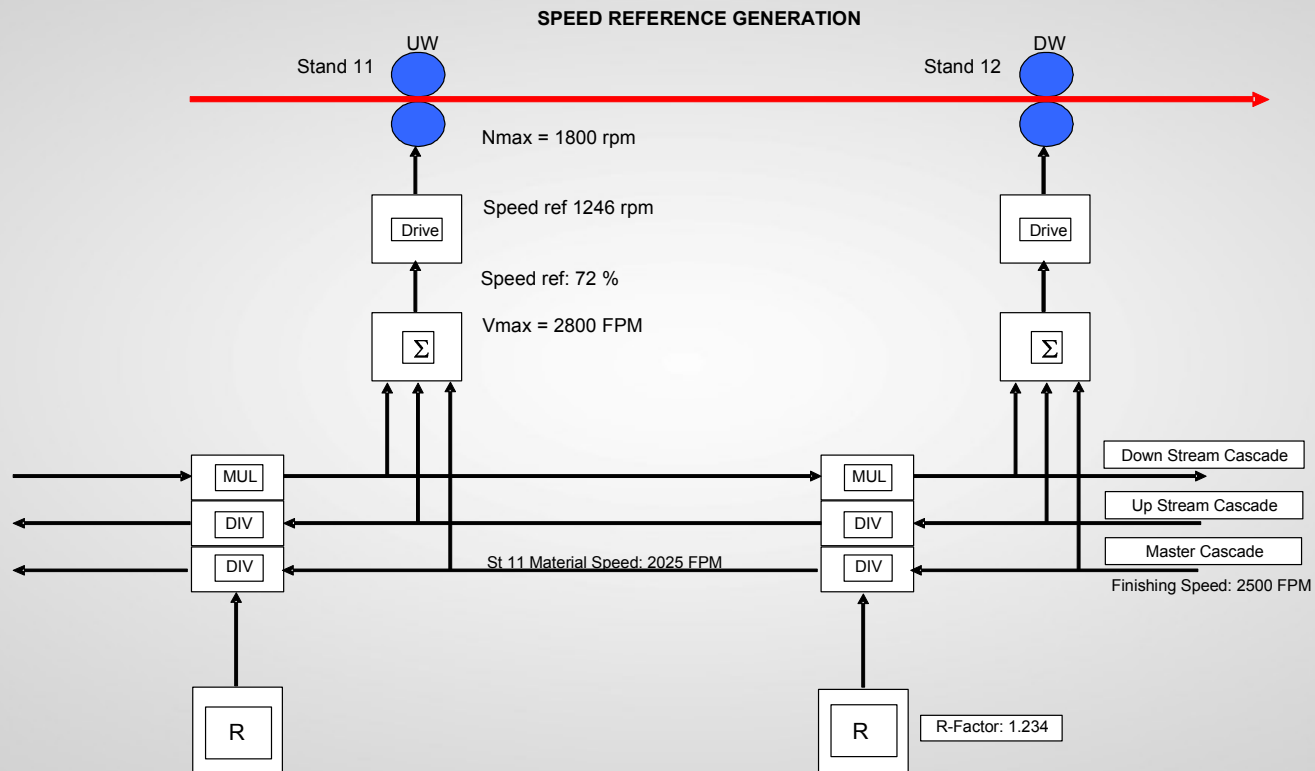
Sistema de control del tren

Control de tensión: fases

- Medida de corriente de los motores
- Cálculo par del motor
- Cálculo par en cilindros
- Comparación del par con y sin tensión
- Obtención estimación tensión
- Control de velocidad para llevar la tensión al set-point

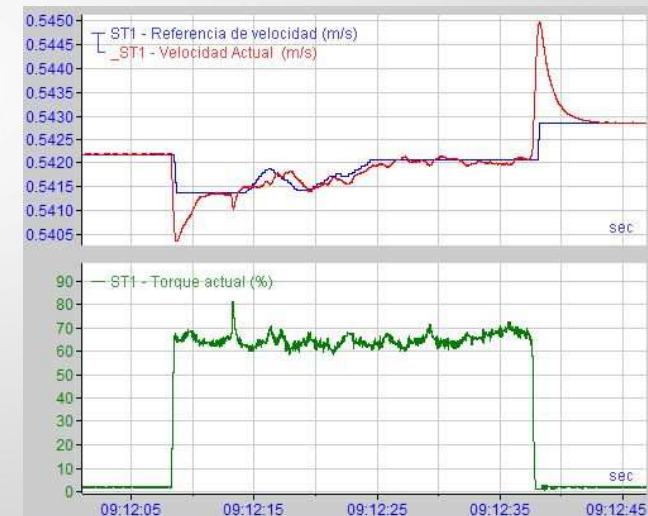


Referencia de velocidad: Correcciones en cascada



Referencia de velocidad: Correcciones en cascada

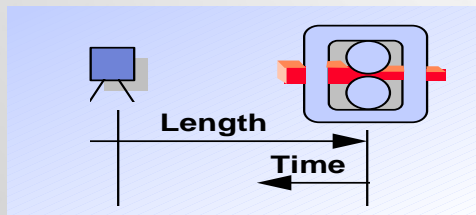
- Compensación de impacto
- Formación de bucle (cabeza barra)
- Supresión de bucle (cola barra)
- Bloqueo del control en ciertas cajas al detectar madeja



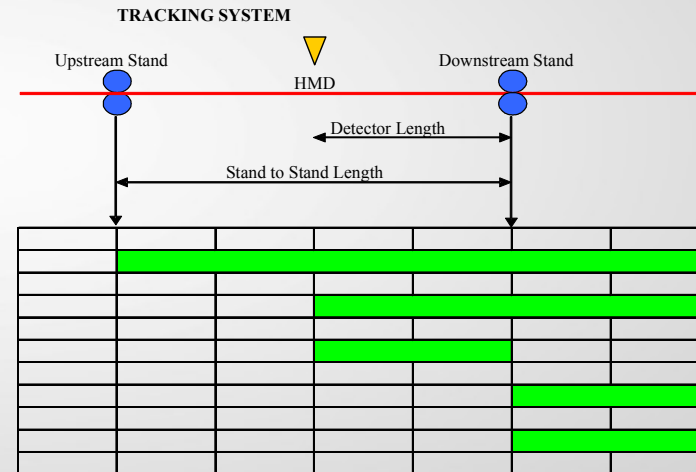
Tracking de cabeza / cola

Estimación de la posición de la cabeza / cola de la barra

- Detección de barra en caja por el consumo del motor
- Fococélulas
- Interlocks entre señales



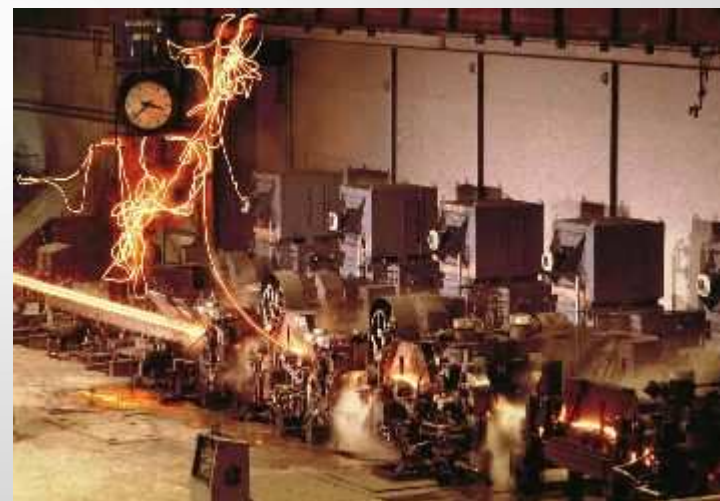
Bar Present Upstream
Hot Metal Detector
Start Head Length Integration
Integrator Ready
Set Bar Present Signal



The detector length and the stand to stand length are parameters in the control system. The material speed out of the downstream stand is calculated by the controller and used to calculate the time for the material to travel from the HMD to the upstream stand.

Detección automática de madeja

- Detección por tracking de material
- Protección contra fallos de sensores
- Troceo automático
- Estrategias de troceo



Funciones de control

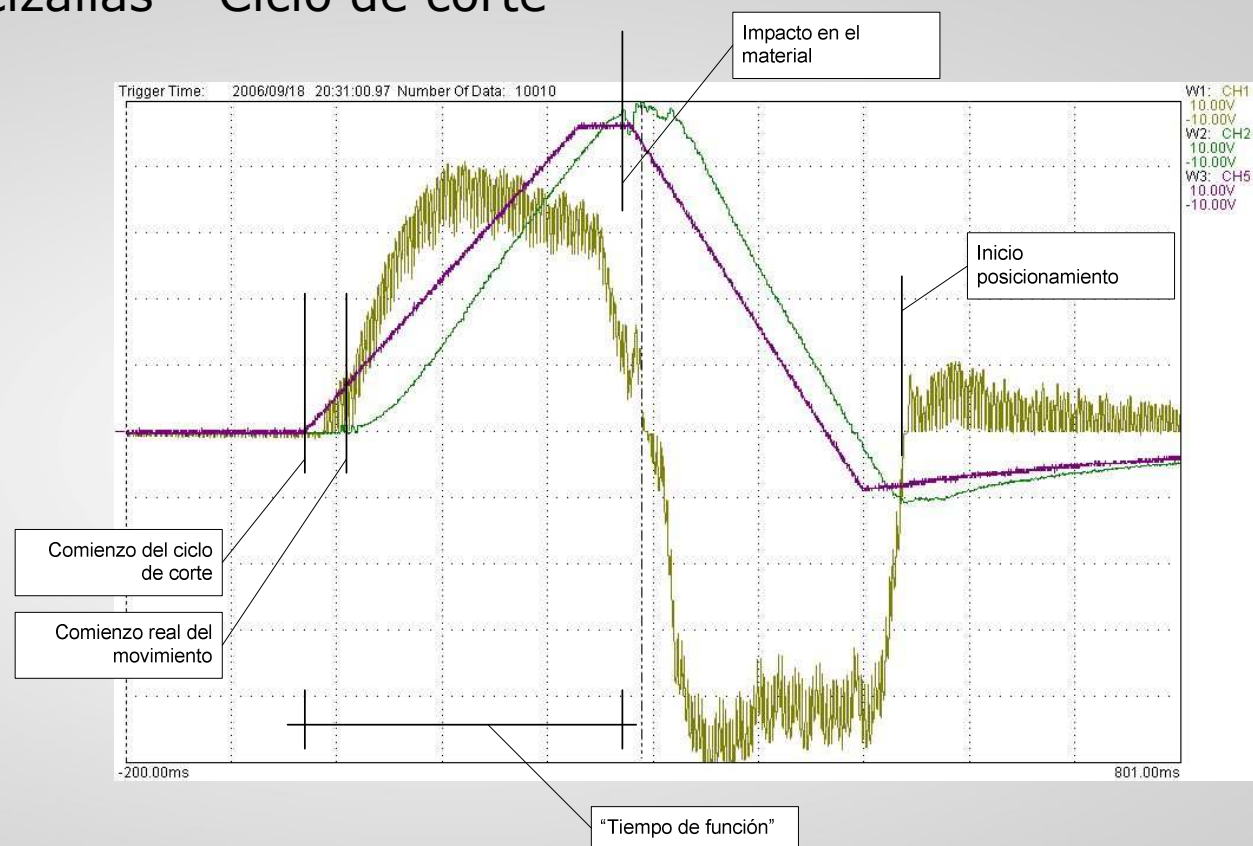
Sistema de control del tren

Control cizallas - Funciones

- Corte de cabeza
- Corte de cola
- Troceo
- División del material
 - Troceo del resto
 - Optimización de la longitud de corte

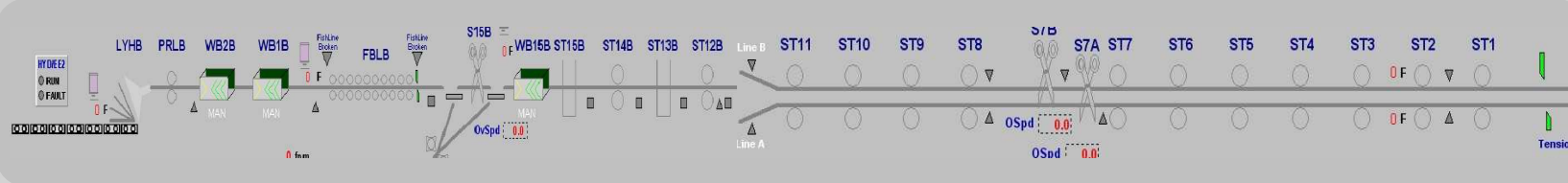


Control cizallas – Ciclo de corte



Tren de laminación

Sistema de control del tren



LAMINAR SIN TENSION – UN REQUISITO

- **Control de tensión**

Mantener una tensión reducida y ajustable entre aquellas cajas en las que debido a la dimensión del material no se puede formar un bucle. Se trata de control discontinuo.

- **Control del Bucle**

Control continuo del mismo para garantizar la ausencia de tensión entre cajas y por tanto evitar la elongación del material mermando la calidad. Una estrategia de bucle que permite un alto nivel de producción y calidad en el tren sin necesidad de intervenir en el control entre palanquillas consecutivas.

Recomendamos usar proveedores estándar para un funcionamiento del bucle efectivo.

- **Despunte en cabeza y cola**

Se detecta la barra y se hace su seguimiento para lograr el corte de la cabeza y cola de la longitud correcta compensando automáticamente los retardos físicos.

- **Tracking y detención automática de madeja en laminación**

Tracking: cabeza y cola de la palanquilla son seguidas con exactitud en el tren para asegurar el control de secuencia con fluidez.

Detección automática de las madejas en la laminación: Un fallo de cualquier equipo o en el seguimiento de la barra activa una alarma para avisar al operador y también activa las tijeras de forma inmediata para reducir la cantidad de material que forma “madeja”.

Convertidores

Sistema de control del tren

Dispositivo para alimentación de motores eléctricos.

Realizan las siguientes funciones:

- Conversión eléctrica adecuada al motor
- Protección del motor (sobretensión, sobrecarga, sobretemperatura, embalamiento, etc)
- Medición de la velocidad motor
- Lazo de regulación de la corriente
- Lazo de regulación de la velocidad
- Alimentación y supervisión de auxiliares del motor:
 - Ventilación
 - Freno
 - Sensores de temperatura
 - Etc..



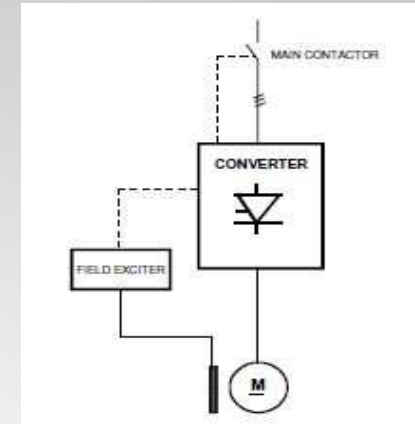
Convertidores - CC

Sistema de control del tren

- **Convertidor de corriente continua**

Sistema tradicionalmente más utilizado en trenes de laminación:

- Cuando no se utilizaban sistemas electrónicos, se conseguía una velocidad muy estable con ayuda de bobinados auxiliares (serie, paralelo, etc)
- En una primera etapa de control electrónico se conseguía control de velocidad realizando una regulación de la corriente de excitación, de pequeña potencia.
- Posteriormente se ha pasado a la regulación completa, tanto de excitación como de la corriente de inducido consiguiendo unas excelentes prestaciones.



Convertidores - CA

Sistema de control del tren

- **Convertidor de corriente alterna**

El gran avance de la electrónica de potencia hace interesante el uso de motores de corriente alterna.

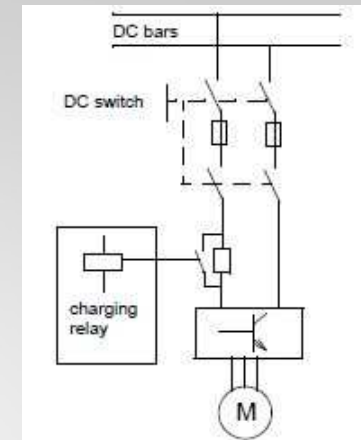
Son convertidores que emplean típicamente semiconductores IGBT

Ventajas:

- Importante reducción del mantenimiento.

Inconvenientes:

- Sistema más complejo.
- Cableado más caro (shield)



HMI

Sistema de control del tren

- **HMI**

Un sistema flexible para seleccionar, arrancar y monitorizar con plantillas, teclado y ratón/trackball.

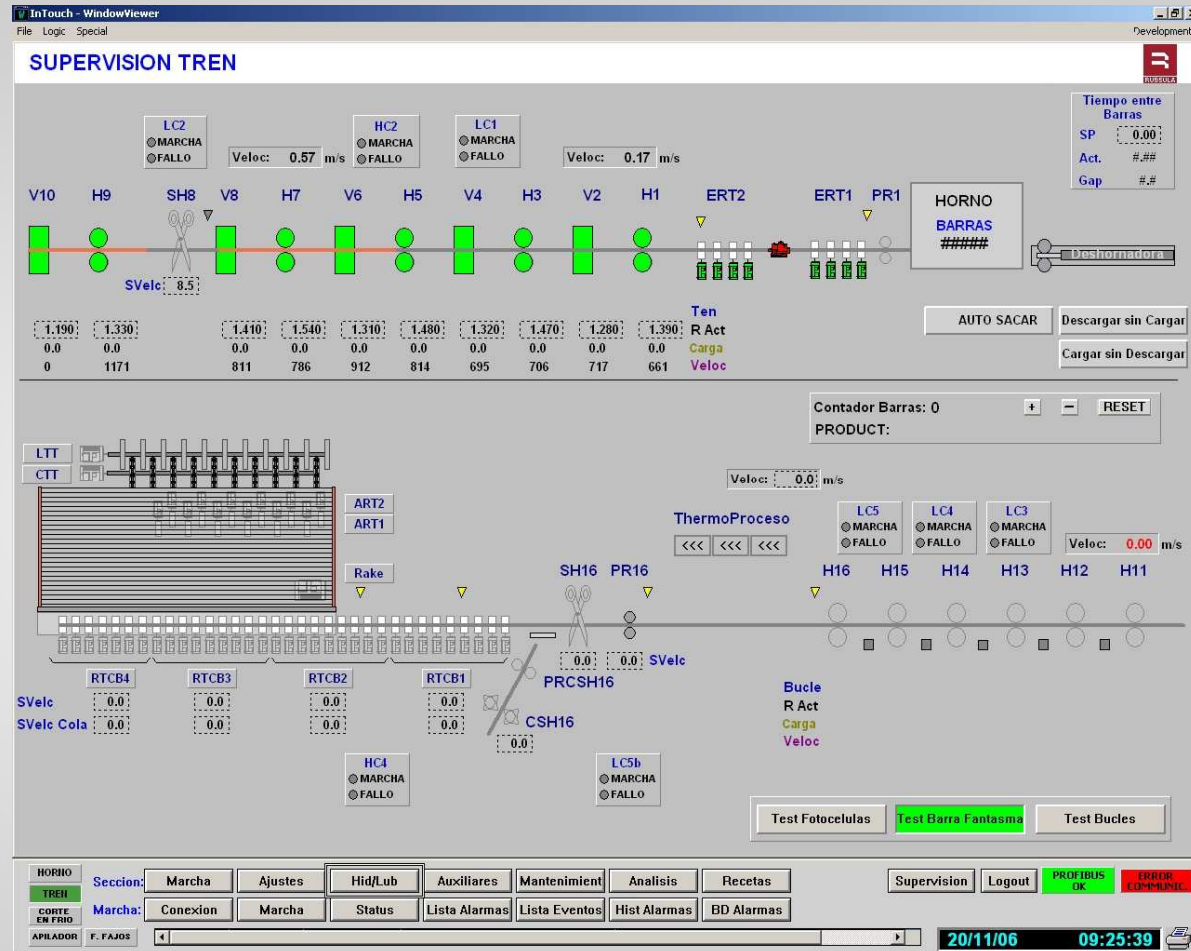
- **Sistema de receta**

Las recetas son fáciles y rápidas de modificar y guardar para usar en otro momento. Eso mejora la confiabilidad del proceso de laminación.

- **Pantalla principal**

- **Supervisión del tren** – una supervisión de todos los sensores y funciones del sistema de control.
- **Pantalla de factor R** – una herramienta que permite analizar los cambios.
- **Pantalla de diagnóstico** presenta lista detallada de los enclavamientos.
- **Remote Control** – Un interface que sirve para el equipo de los operadores.





Ventajas

Sistema de control del tren

- **Alta productividad**
 - Reducción de los intervalos de parada
 - Reducción de los retrasos con mejor equipamiento
 - Incremento del rendimiento con menos madejas en laminaciones
 - Máxima utilización del material implicado
- **Calidad obtenida**
 - Dimensiones y propiedades metalúrgicas uniformes
 - Tolerancia y flexibilidad en fabricación
 - Reducción de errores de operación
- **Incremento de flexibilidad**
 - Tratar frecuentemente con cambios de productos
 - Reducido tiempo de cambio
- **Laminar con seguridad**
 - Limitar las intervenciones del operador
 - Menos carga de trabajo
 - Reducción de las paradas
 - Reducción del mantenimiento
- **Económica**
 - Mínimo off grade
 - Mínimos desperdicios en el arranque
 - Sustituir equipamiento eléctrico obsoleto



RUSSULA

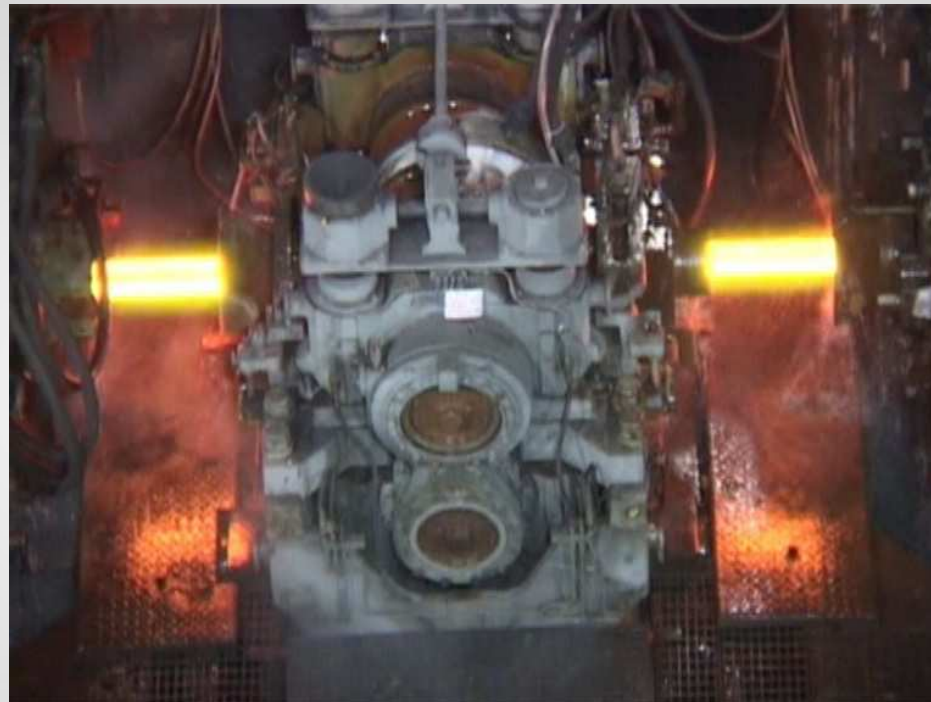
ENGINEERING AND AUTOMATION SOLUTIONS

Control en trenes de laminación

- Introducción: La vida del acero
- Russula
- Tren de laminación, visión general
- El control
 - Arquitectura de control
 - Funciones del PLC
 - El convertidor
 - HMI
- ▶ [Video](#)
- Preguntas

Video laminación

Tren de laminación, video



RUSSULA

ENGINEERING AND AUTOMATION SOLUTIONS

w w w . r u s s u l a . c o m