



Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
REGIÓN XALAPA

SOFTWARE EDUCATIVO

Cálculo de Circuito Derivado de Motores (CCM)

Manual de instalación y uso

Elaborado por:

Mtro. Jesús Antonio Camarillo Montero
MIC. Victor Fernández Rosales
Mtro. Roberto Cruz Capitaine
Dra. Martha Edith Morales Martínez
Mtro. Francisco Ricaño Herrera
Dr. Alfredo Ramírez Ramírez
Dr. Jorge Alberto Vélez Enríquez

Diciembre de 2018

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 3 |
| 2. Requerimientos, instalación y uso del software educativo Cálculo de Circuito Derivado de Motores | 4 |
| 2.1. Requerimientos para la instalación | 4 |
| 2.2. Proceso de instalación | 4 |
| 3. Ejemplo de utilización del software educativo Cálculo de Circuito Derivado de Motores | 10 |
| 4. Referencias | 14 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Página Oficial de la FIME, desde donde se puede descargar el software educativo..... | 5 |
| Figura 2. Ventana principal del programa, indicando la ubicación del menú de ayuda al usuario..... | 6 |
| Figura 3. Contenido del menú de ayuda al usuario | 6 |
| Figura 4. Contenido de la carpeta descargada desde el sitio web oficial de la FIME - Xalapa | 7 |
| Figura 5. Ventana principal del software | 7 |
| Figura 6. Menú desplegable con las diferentes opciones de voltaje de suministro..... | 9 |
| Figura 7. Opción de elección de potencias de acuerdo al tipo de motor seleccionado | 10 |
| Figura 8. Selección del motor para el ejercicio de ejemplo | 11 |
| Figura 9. Selección de los datos para el ejemplo..... | 11 |
| Figura 10. Resultados que arroja el programa | 12 |

1. Introducción

El Software Educativo “Cálculo de Circuito Derivado de Motores Eléctricos” tiene como finalidad calcular los elementos de protección y el calibre de los alimentadores de un motor trifásico de corriente alterna, con base en los artículos 310 y 430 de la norma oficial NOM-001-SEDE-2012 (aún vigente). Dentro del contenido de los programas de estudio de instalaciones eléctricas de baja tensión en la carrera de ingeniero electricista, se incluyen temas de análisis relacionados con el diseño de alimentadores y circuitos derivados para motores eléctricos.

Los motores eléctricos consumen más del 70% de la energía utilizada en la industria, por ello la importancia de su preciso diseño, control y protección. El diseño de circuitos derivados requiere inicialmente del conocimiento de la norma de aplicación, así como el dominio de los conceptos básicos de circuitos eléctricos de corriente alterna. Los cálculos de dimensionamiento regularmente suelen ser repetitivos, por lo que existe una mayor posibilidad de una omisión y/o error en el diseño, trayendo como consecuencia la errónea selección de conductores y protecciones, poniendo en riesgo la integridad de los usuarios, así como la misma vida útil del motor en cuestión.

El software permite al usuario, poner en práctica los conocimientos adquiridos sobre circuitos derivados, pudiendo inicialmente comprobar los resultados obtenidos “a mano”, y posteriormente, confiar plenamente en que los resultados arrojados por el software son confiables y siempre con estricto apego a las normatividades vigentes. El desarrollo del software se realizó en el lenguaje Visual Studio.Net y específicamente en el lenguaje de programación C# que trabaja en ambiente de Microsoft Windows, con la característica de ser versátil y fácil de usar por estudiantes de ingeniería.

2. Requerimientos, instalación y uso del software educativo Cálculo de Circuito Derivado de Motores

2.1. Requerimientos para la instalación

- a) Se requiere de una computadora que soporte un sistema operativo Microsoft Windows 7 o posterior para su ejecución, así como tener preinstalada la librería **.Net Framework 4.0**¹. Esta librería se incluye con el software de Cálculo de Circuito Derivado de Motores, aunque también se puede descargar del sitio oficial de Microsoft² si así se requiere.
- b) El software es portable, es decir, que se puede ejecutar en la computadora del usuario sin la necesidad de instalación y puede llevarse en cualquier dispositivo de almacenamiento extraíble (USB, SD, entre otros). La configuración de este software se mantiene en el mismo dispositivo de almacenamiento, por lo que no modifica ningún archivo de la PC, así como no modifica el archivo de registro de Windows (*Regedit*).

2.2. Proceso de instalación

- a) En la PC donde se desea ejecutar el software de **Cálculo de Circuito Derivado de Motores**, se copia el archivo comprimido en formato zip **CCM.zip**. Este software se puede descargar desde el sitio web oficial de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (www.uv.mx/fime), tal y como se muestra en la figura 1.

¹ El Microsoft .NET Framework, es un componente de software que puede ser o es incluido en los sistemas operativos Microsoft Windows.

Provee soluciones pre-codificadas para requerimientos comunes de los programas y gestiona la ejecución de programas escritos específicamente para este Framework.

Microsoft desea que todas las aplicaciones creadas para la plataforma Windows, sean basadas en el .NET Framework. Su objetivo es crear un marco de desarrollo de software sencillo, reduciendo las vulnerabilidades y aumentando la seguridad de los programas desarrollados.

² [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/vstudio/52f3sw5c\(v=vs.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/vstudio/52f3sw5c(v=vs.100).aspx)



Figura 1. Página Oficial de la FIME, desde donde se puede descargar el software educativo

- b) Se descomprime el archivo y dentro de la carpeta **CCM** se encuentran tres archivos: el primero se denomina **CCM.exe** que es el archivo que realiza los cálculos para el circuito derivado de un motor. El archivo **CCM.chm** que es el archivo de ayuda, el cual incluye las fórmulas utilizadas en los cálculos que realiza este software, así como un ejemplo de su uso como apoyo al usuario. Finalmente se incluye también el archivo de librería **dotNetFx40_Full_setup.exe**. Cabe mencionar que el menú de ayuda se encuentra dentro del mismo programa. Basta con dar un click en el icono de ayuda, para acceder al menú y seleccionar alguna de las opciones que se muestran. Las figuras 2 y 3 muestran la ubicación del menú de ayuda, así como su contenido. En la figura 4 se muestra el contenido de la carpeta comprimida en zip que se encuentra en el portal mencionado.

Cálculo de Circuito Derivado de Motores (CCM)

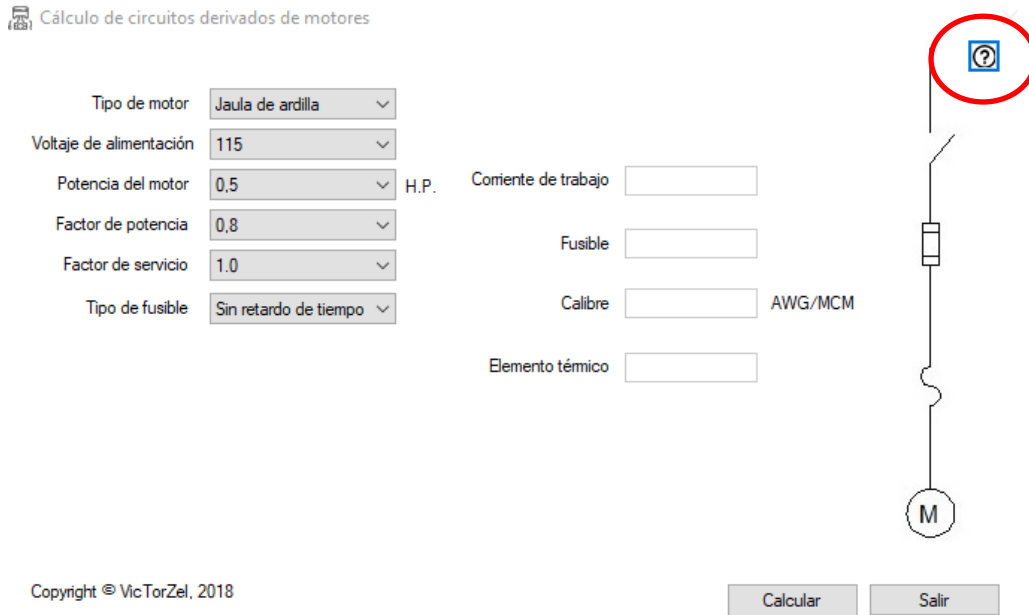


Figura 2. Ventana principal del programa, indicando la ubicación del menú de ayuda al usuario

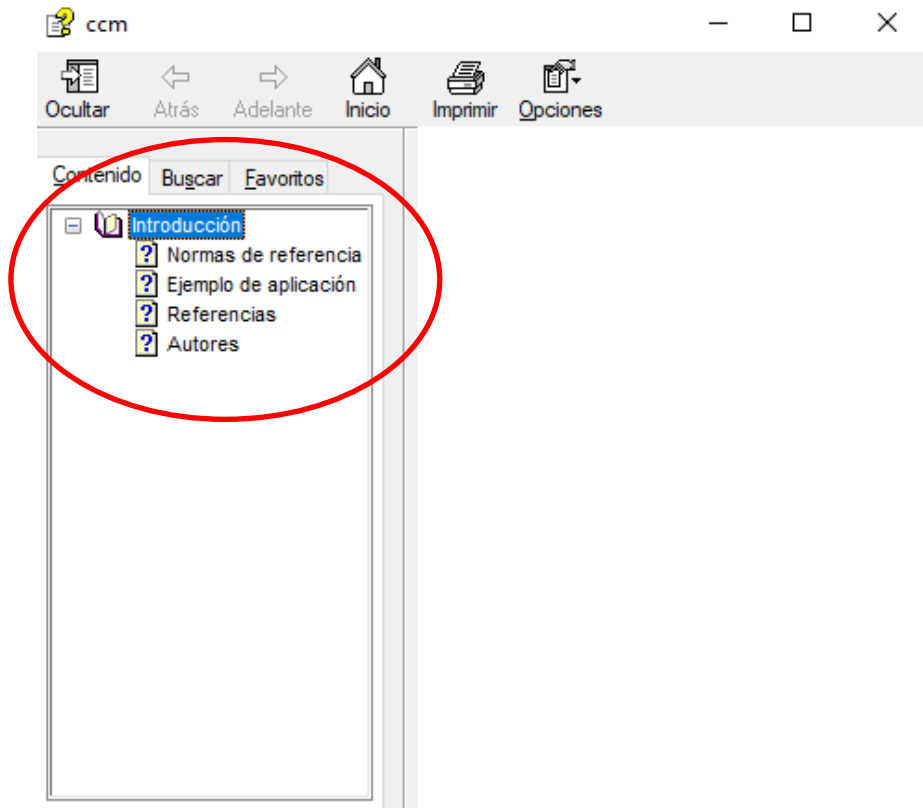


Figura 3. Contenido del menú de ayuda al usuario



Figura 4. Contenido de la carpeta descargada desde el sitio web oficial de la FIME - Xalapa

2.3 Uso del software Cálculo de Circuito Derivado de Motores

Para garantizar el correcto funcionamiento del software de cálculo de circuitos derivados de motores, se enlistan las siguientes instrucciones para su ejecución:

- a) Se le da doble clic al archivo ejecutable **CCM.exe**, mostrado en la figura 4 y se presenta la pantalla de inicio del software como se muestra en la figura 5.

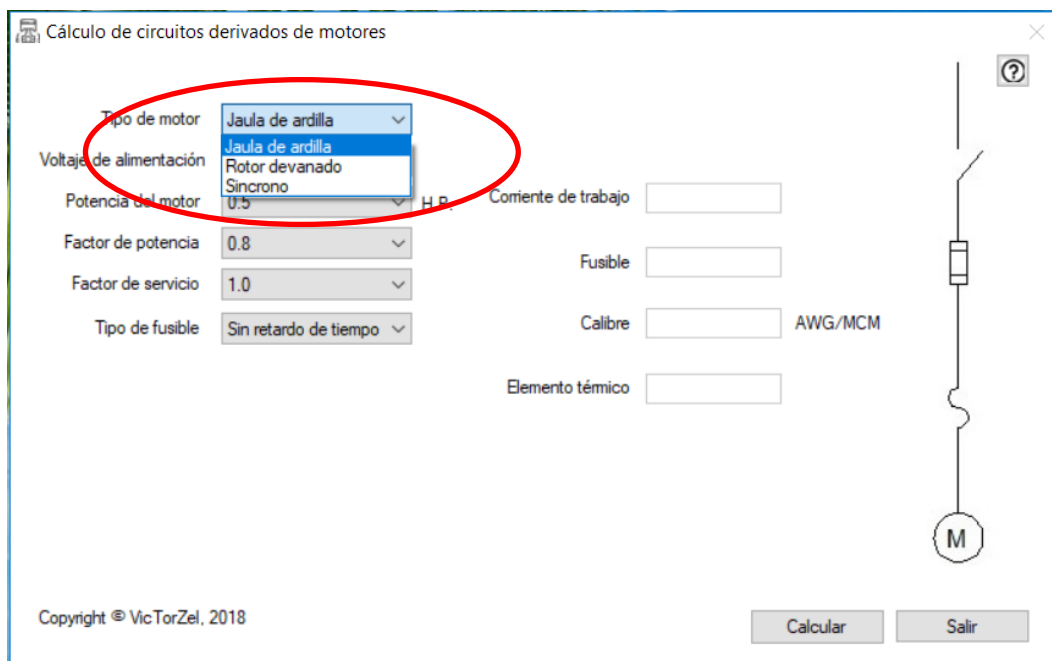


Figura 5. Ventana principal del software

Como se puede observar en la figura 5, la ventana principal del programa se divide en tres secciones: la primera, del lado izquierdo, contiene seis opciones para la selección de información: Tipo de Motor, Voltaje de Alimentación, Potencia del Motor, Factor de Potencia, Factor de Servicio y

Tipo de Fusible. La segunda sección del programa (parte central) muestra las ventanas de resultados, las cuales están compuestas por cuatro datos de salida, producto del procesamiento de la información seleccionada que realiza el programa. Los resultados de salida son los datos de Corriente de Trabajo, Fusible, Calibre y Elemento Térmico para protección por sobrecarga. La tercera sección (parte derecha) muestra un esquema del circuito derivado final, contando con los cuatro elementos básicos que el programa acaba de arrojar como resultado. Finalmente, en la esquina superior derecha, se muestra un ícono con un signo de interrogación, el cual, representa el menú de ayuda, con la información indicada anteriormente. El usuario debe ser capaz de identificar cada uno de los cuatro datos o resultados que realiza el programa.

- b) En la sección primera del programa (lado izquierdo), se despliegan varias opciones dentro de los seis parámetros de selección. En la primera (Tipo de motor), se despliegan tres opciones (ver figura 5): jaula de ardilla, rotor devanado y síncrono. Los dos primeros se clasifican como motores de inducción, mientras que el tercero funciona con corriente de excitación separada. Es más común dentro de la industria, encontrarse con motores de inducción tipo jaula de ardilla, sin embargo, pueden tenerse casos donde se requiera trabajar con las otras dos clases de motores indicadas. El usuario deberá seleccionar una de las tres opciones de motores mostradas.
- c) Ya que se eligió el tipo de motor a utilizar, el usuario deberá seleccionar el voltaje de alimentación que recibirá el motor. Para cada clase de motor, existen distintos voltajes de suministro. La figura 6 muestra los diferentes voltajes de suministro que se pueden seleccionar en el programa.

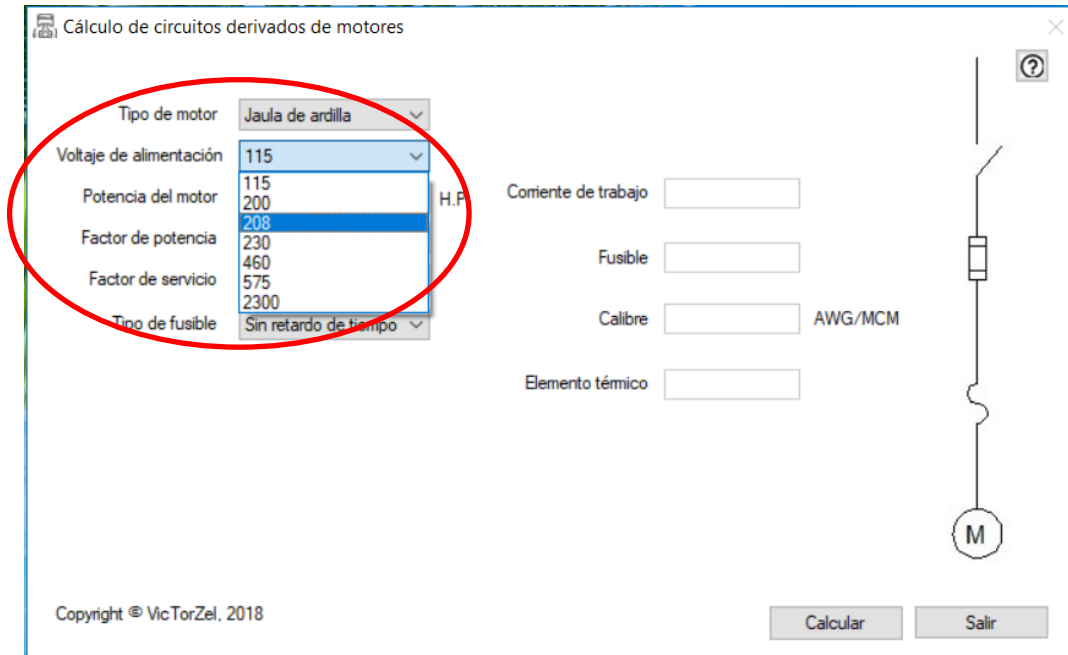


Figura 6. Menú desplegable con las diferentes opciones de voltaje de suministro

- d) Una vez ajustado el voltaje de alimentación, se deberá seleccionar la potencia de trabajo del motor. Con base en el motor seleccionado, se desplegará un menú con diferentes potencias de diseño, de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012, tal y como se muestra en la figura 7. Si el software **CCM.exe** no se ejecuta correctamente, se deberá actualizar la librería **Net Framework 4.0** en la PC, por lo que se debe instalar haciendo doble clic sobre el archivo **dotNetFx40_Full_setup.exe**, el cual se encuentra contenido dentro de la carpeta zip descargada. Al finalizar la instalación de esta librería, se asegura que el software de **CCM.exe** se ejecute correctamente en la PC donde se desean realizar los cálculos, aclarando que esta librería **sólo se instalará si es necesaria** la actualización del **.Net Framework 4.0**.

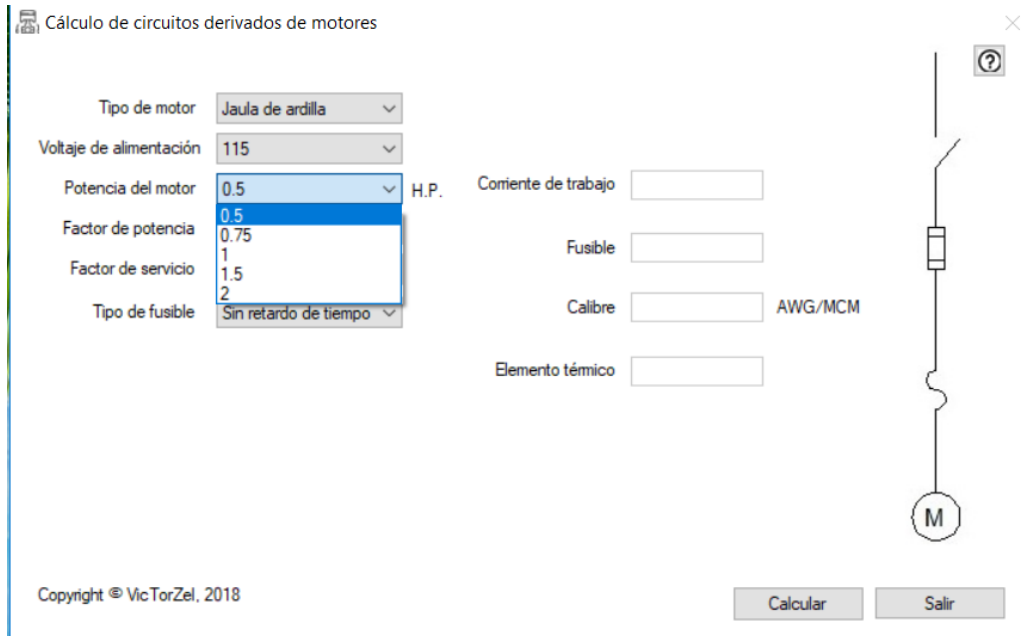


Figura 7. Opción de elección de potencias de acuerdo al tipo de motor seleccionado

3. Ejemplo de utilización del software educativo Cálculo de Circuito Derivado de Motores

A continuación, se muestra un ejemplo de aplicación del software de Circuitos Derivados de Motores, que incluye los datos que deben ser seleccionados. En la parte izquierda del programa, se debe de seleccionar el tipo de motor a utilizar. Para este ejemplo, se seleccionará un motor tipo Jaula de Ardilla. En la figura 8 se muestra la elección del motor, así como el contenido del programa.

Los datos que se seleccionarán para el ejemplo son los siguientes (ver figura 9):

- Tipo de motor: jaula de ardilla
- Voltaje de alimentación: 460 V
- Potencia del motor: 20 HP
- Factor de potencia: 0.8
- Factor de servicio: 1.15
- Tipo de fusible: de tiempo inverso

Cálculo de Circuito Derivado de Motores (CCM)

Tipo de motor: Jaula de ardilla

Voltaje de alimentación: 460

Potencia del motor: 115, 200, 208, 230, 460, 575, 2300 H.P.

Factor de potencia: 460

Factor de servicio: De tiempo inverso

Tipo de fusible: De tiempo inverso

Corriente de trabajo:

Fusible:

Calibre: AWG/MCM

Elemento térmico:

Copyright © VicTorZel, 2018

Calcular Salir

Figura 8. Selección del motor para el ejercicio de ejemplo

Tipo de motor: Jaula de ardilla

Voltaje de alimentación: 460

Potencia del motor: 20 H.P.

Factor de potencia: 0.8

Factor de servicio: 1.15

Tipo de fusible: De tiempo inverso

Corriente de trabajo:

Fusible:

Calibre: AWG/MCM

Elemento térmico:

Copyright © VicTorZel, 2018

Calcular Salir

Figura 9. Selección de los datos para el ejemplo

Para el ejercicio de ejemplo, se seleccionó el voltaje de alimentación de 460 V, porque constituye uno de los valores de tensión más comunes en los motores de esta clase, siendo normalmente de aplicación industrial. La potencia del motor

corresponde al tipo de voltaje de alimentación, sin embargo, existen más opciones para el usuario, según sea la necesidad. El factor de potencia normalmente se ubica en el 80% para esta clase de motores. El factor de servicio corresponde a 1.15, lo que significa que el motor está diseñado para soportar una sobrecarga de hasta un 15% sobre su valor nominal. Finalmente, el tipo de fusible seleccionado es uno automático de tiempo inverso, debido a que entre más grande sea la corriente de falla, en menor tiempo actuará la protección. Cabe hacer mención que es fundamental que el usuario del programa tenga los conocimientos básicos en el diseño de circuitos derivados, para que la selección de los datos y los resultados sean los esperados.

Una vez seleccionados los parámetros de entrada, únicamente es necesario que el usuario de un clic en el botón “calcular”, para obtener los resultados, los cuales, para concluir con este ejemplo, se muestran en la figura 10.

The screenshot shows a software window titled "Cálculo de circuitos derivados de motores". It contains several input fields and a schematic diagram of a motor circuit. The input fields are:

| Parameter | Value |
|-------------------------|-------------------|
| Tipo de motor | Jaula de ardilla |
| Voltaje de alimentación | 460 |
| Potencia del motor | 20 H.P. |
| Factor de potencia | 0,8 |
| Factor de servicio | 1.15 |
| Tipo de fusible | De tiempo inverso |

The calculated results are displayed in the following fields:

| Result | Value |
|----------------------|-----------|
| Corriente de trabajo | 33,75 |
| Fusible | 84,375 |
| Calibre | 8 AWG/MCM |
| Elemento térmico | 42,1875 |

The schematic diagram on the right shows a vertical circuit with a switch at the top, a fuse in the middle, and a motor symbol (a circle with 'M') at the bottom. A copyright notice "Copyright © VicTorZel, 2018" is visible at the bottom left, and "Calcular" and "Salir" buttons are at the bottom right.

Figura 10. Resultados que arroja el programa

El espacio para los resultados, como se puede observar en la figura 10, consta de cuatro casillas. La primera se refiere a la corriente de trabajo del motor, teniendo como restricción que el cálculo se efectúa a plena carga y para un factor de potencia

de 0.8, como ya se explicó anteriormente. El dato de la corriente de trabajo es fundamental para continuar con los demás resultados. El programa también muestra la corriente de diseño que deberá de contener el fusible o protección contra falla en el motor por un cortocircuito. La tercera casilla muestra la designación del calibre a utilizar. La nomenclatura para el resultado se basa en que de los calibres 16 al 4/0 son AWG (american wire gauge, por sus siglas en inglés), mientras que del 250 al 1000 la nomenclatura es MCM (mil-circular-mils).

Con los datos arrojados por el programa, se pueden seleccionar los elementos comerciales para la correcta protección del motor, así como los conductores del circuito derivado que garantizan la seguridad del usuario y el cumplimiento de la norma.

4. Referencias

1. Ceballos, F.J. (2013), *Enciclopedia de Microsoft Visual C#, 4ª Ed.*, España, Rama Editorial.
2. Diario Oficial de la Federación (DOF). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012*, artículos 310 y 430, consultada el 30 de octubre de 2017 en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5280607&fecha=29/11/2012
3. Groussard, T. (2013), *C# 5 Los fundamentos del lenguaje, desarrollar con visual studio 2012*, España, ENI Ediciones
4. HEPNDOC (2018), *Enjoy documenting*, consultada el 12 de octubre de 2017 en: <http://www.helpndoc.com>
5. Hernández, O. (2007), *C# 3.0 y LINQ*, España, Krasis Press
6. PICOL (2017), *Pictorial Communication Language*, consultada el 24 de febrero de 2018 en: <http://www.picol.org>
7. Watson, B. (2010), *C# Wot-To Real Solutions for C# 4.0 Programmers*, USA, Pearson Education