

CAPITULO II

ESTUDIO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO Y COORDINACION DE PROTECCIONES

ESTUDIO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO Y COORDINACION DE PROTECCIONES

2.1. Consideraciones generales.

Un cortocircuito es un fenómeno eléctrico que ocurre cuando dos puntos entre los cuales existe una diferencia de potencial se ponen en contacto entre sí, caracterizándose por elevadas corrientes circulantes hasta el punto de falla.

Cualquier instalación eléctrica debe de estar protegida contra cortocircuitos y esto, salvo excepción, en cada punto que se presenta una discontinuidad eléctrica, lo que corresponde casi siempre con un cambio de sección de los conductores. La intensidad de la corriente de cortocircuito debe calcularse para cada uno de los diversos niveles de la instalación para poder determinar las características de los componentes que deberán soportar o cortar la corriente de defecto.

Las corrientes de cortocircuitos se caracterizan por un incremento prácticamente instantáneo y varias veces superior a la corriente nominal, en contraste con las de una sobrecarga que se caracteriza por un incremento mantenido en un intervalo de tiempo y algo mayor a la corriente nominal.

La corriente de cortocircuito es muy superior a las corrientes de carga en condiciones normales de servicio, y producen esfuerzos térmicos y electrodinámicos muy importantes sobre los distintos componentes de las instalaciones, pudiendo provocar daños irreparables sobre los componentes de las instalaciones sino son eliminadas rápidamente.

Por lo tanto el conocimiento de las mismas, en los distintos puntos de la instalación, será indispensable para el diseño de los distintos componentes como ser: barras, cables, dispositivos de maniobra y protección, etc.

Para el diseño de una instalación y elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles.

2.1.1 Valores de corriente de cortocircuito:

Corriente máxima de cortocircuito.

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El Poder de Corte y de Cierre de los interruptores.
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

Corriente mínima de cortocircuito.

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuitos con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos de protección para la protección de los conductores frente a cortocircuito.

2.1.2. Características de los cortocircuitos.

Las principales características de los cortocircuitos son:

Su duración:

- Auto extinguable.
- Transitorio
- Permanente.

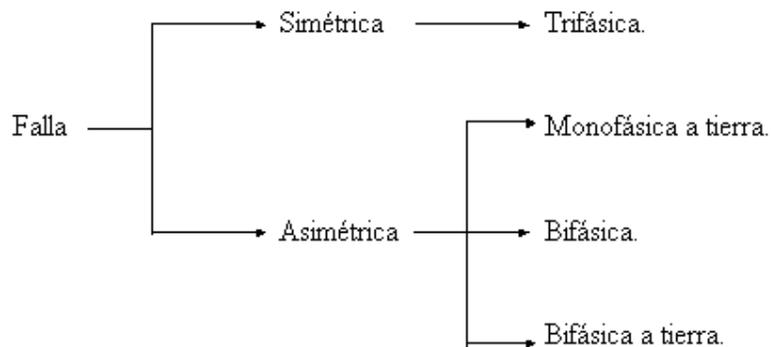
Su origen:

- Originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales).
- Debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico.
- Causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.
- Su localización: dentro o fuera de una máquina o un tablero eléctrico.

2.2. Naturaleza de las corrientes de cortocircuito.

2.2.1. Tipos de falla por cortocircuitos en sistemas de potencia.

Un cortocircuito se manifiesta por la disminución repentina de la impedancia de un circuito determinado, lo que produce un aumento de la corriente. En sistemas eléctricos se pueden producir distintos tipos de fallas, las cuales son



Cada una de estas fallas genera una corriente de amplitud definida y características específicas.

2.2.1.1. Fallas simétricas.

En las fallas simétricas la corriente de las tres fases del sistema son iguales en el instante del cortocircuito. Entre ellas tenemos:

Cortocircuito trifásico.

Es el defecto que corresponde al contacto de las tres fases en un mismo punto del sistema, considerado como el más severo en la mayoría de los casos figura 8.

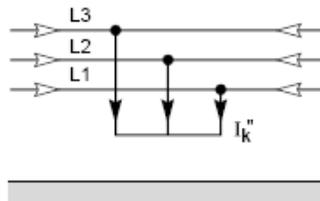


Figura 8 cortocircuito trifásico simétrico (I_k'' Intensidad de corriente de cortocircuito inicial)

Cortocircuito trifásico a tierra.

Se ponen en contacto las tres fases y tierra en un mismo punto del sistema.

2.2.1.2. Fallas asimétricas

La razón de llamarse así se debe a que las corrientes post-falla son diferentes en magnitudes y no están desfasadas en 120 grados. En el estudio de éstas corrientes, se utiliza generalmente el método de componentes simétricas, el cual constituye una importante herramienta para analizar sistemas desequilibrados, entre ellas tenemos:

Cortocircuito bifásico (fase a fase): Corresponde a un defecto entre dos fases cualesquiera del sistema.

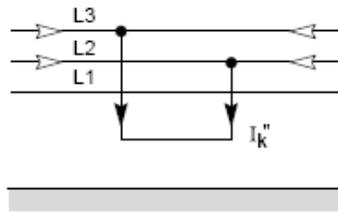


Figura 9 cortocircuito entre fases (I_k'' Intensidad de corriente de cortocircuito inicial)

Cortocircuito bifásico a tierra (dos fases a tierra): Entran en contacto dos fases cualquiera y la tierra del sistema.

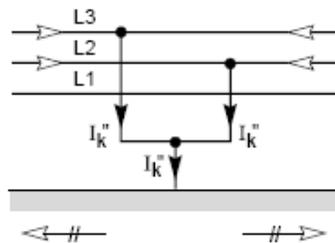


Figura 10 cortocircuito entre fases con puesta a tierra (I_k'' Intensidad de corriente de cortocircuito inicial)

Cortocircuito monofásico (fase a tierra): Corresponde a un defecto entre una fase cualquiera con la tierra del sistema. Es el cortocircuito más frecuente.

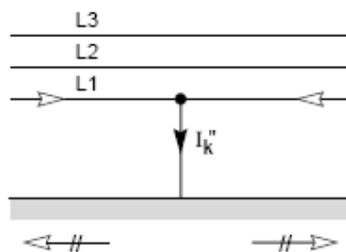


Figura 11 cortocircuito entre fases-tierra (I_k'' Intensidad de corriente de cortocircuito inicial)

Los porcentajes promedios de ocurrencia de cada tipo de cortocircuito en una instalación, se indican en la tabla 198 siguiente:

Tipos de cortocircuitos	Incidencia (%)
Monofásicos	80 %
Bifásicos	15 %
Trifásicos	5 %

Tabla 198

2.2.2. Fuentes de cortocircuito.

Para evaluar la corriente de cortocircuito de un sistema de potencia es necesario identificar los diferentes equipos que van a contribuir a la corriente de falla. Al producirse un cortocircuito, las corrientes de frecuencia fundamental que circulan por el sistema de distribución, provienen del sistema de transmisión y de las máquinas eléctricas conectadas.

Hay que tener presente que los condensadores utilizados para compensar reactivos, generan corrientes de falla que pueden llegar a tener una amplitud elevada, pero su frecuencia de descarga es alta, razón por la cual el tiempo de permanencia en el sistema de distribución es bajo y no se consideran en el cálculo de cortocircuitos.

Las principales fuentes que contribuyen a aumentar las corrientes de cortocircuito son:

- Empresa de transmisión eléctrica (que suministra la energía).
- Generadores sincrónicos.
- Motores sincrónicos.
- Motores de inducción.

2.2.2.1. Empresa eléctrica

Se representa a través de una impedancia de valor constante referida al punto de conexión.

2.2.2.2. Generadores sincrónicos.

Si se produce un cortocircuito en algún punto del sistema, al cual esta conectado, el generador se comporta de la siguiente manera, la corriente de estator generada tiene la forma de una señal sinusoidal amortiguada pero de frecuencia fija. Como el generador después del cortocircuito sigue recibiendo potencia por su eje mecánico, y el circuito de campo se mantiene excitado con corriente continua, la tensión inducida se mantiene constante y la corriente en el devanado estator permanece hasta alcanzar estado estacionario o ser despejada por el sistema de protecciones. El circuito equivalente del generador al ocurrir una falla en sus terminales queda representado por una fuente de voltaje alterno de valor 1 p.u constante, conectada en serie a una impedancia principalmente reactiva, como muestra la figura 12.

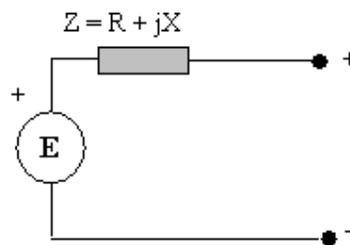


Figura 12 Circuito equivalente del generador

2.2.2.3. Motores y condensadores sincrónicos.

La corriente de cortocircuito generada por un motor sincrónico puede llegar a tener la misma amplitud que la aportada por un generador sincrónico. Al producirse un cortocircuito en la barra de alimentación de un motor sincrónico, la tensión del sistema disminuye reduciendo el flujo de potencia activa que entrega al motor. Al mismo tiempo, la tensión inducida hace que se invierta el sentido de giro de la corriente de estator, circulando por lo tanto desde el motor hacia el punto de falla. La inercia tanto del motor como de la carga, junto a la mantención de la corriente de campo, hace que el motor se comporte como un generador aportando corriente al cortocircuito. La corriente de cortocircuito aportada por el motor disminuye su amplitud conforme el campo magnético en el entrehierro de la máquina se reduce, producto de la desaceleración del motor.

El circuito equivalente es similar al del generador, y la corriente de falla queda definida por las reactancias subtransitorias, transitorias, y sincrónicas para los diferentes instantes de tiempo.

2.2.2.4. Motores de inducción.

Tanto los motores de inducción con rotor jaula de ardilla y como los de rotor bobinado pueden contribuir a la corriente de falla. Esta corriente es generada debido a la existencia de energía cinética almacenada en el rotor y la carga, más la presencia de la tensión inducida, producto del campo magnético giratorio presente en el entrehierro.

Debido a que el campo magnético inducido en el motor de inducción no es mantenido en forma externa, este se hace nulo rápidamente, razón por la cual la corriente aportada a la falla sólo dura algunos ciclos. La corriente de cortocircuito aportada por un motor de inducción en régimen estacionario es cero. El circuito equivalente del motor es similar al mostrado en la figura ¿? La corriente de cortocircuito aportada por un motor de inducción, está limitada solamente por su reactancia subtransitoria, X_d'' . Este valor es similar a la reactancia de rotor bloqueado del motor. En el caso de motores de inducción de alta potencia que trabajen con resistencia externa conectada al rotor, su contribución al cortocircuito se puede despreciar

2.2.3. Reactancia de las máquinas rotativas.

Para efecto de calcular las corrientes de cortocircuito en sistemas industriales, las normas respectivas han definido tres nombres y valores específicos para la reactancia

- **Reactancia subtransitoria (X_d''):** Limita la amplitud de la corriente de falla en el primer ciclo después de ocurrido el cortocircuito. Esta se define como el valor de reactancia de estator en el intervalo de tiempo transcurrido entre el instante en que se produce la falla y 0.1 segundos.



Figura 13 Reactancia subtransitoria

- **Reactancia transitoria (X_d'):** Limita la corriente de falla después de varios ciclos de producido el cortocircuito. Se define como la reactancia que presenta el generador en el intervalo de tiempo transcurrido entre 0,5 a 2 segundos.

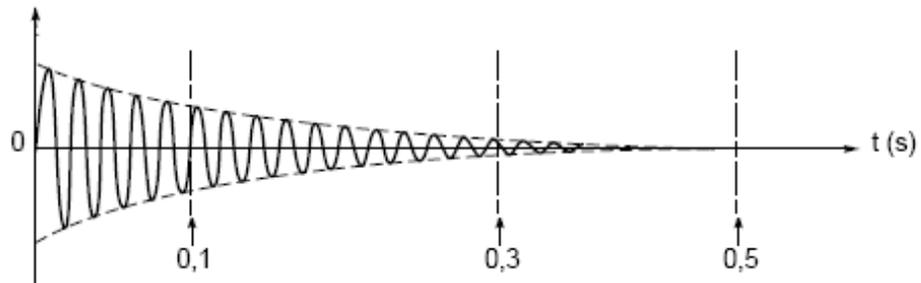


Figura 14 Reactancia transitoria

- **Reactancia sincrónica (X_d):** Limita la amplitud de la corriente de falla una vez que se ha alcanzado estado estacionario

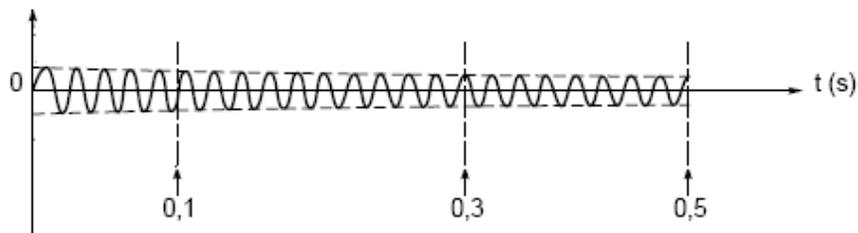


Figura 15 Reactancia sincrónica

Contribución a la corriente total de cortocircuito I_{cc}

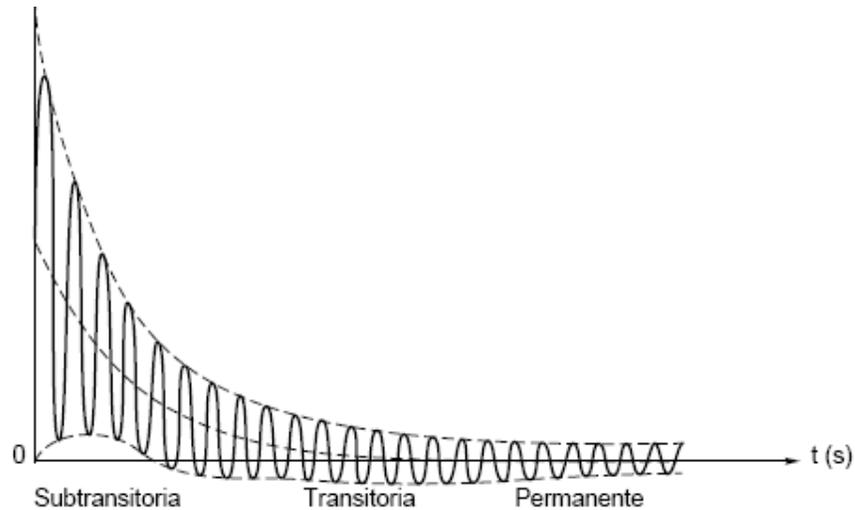


Figura 16 Corriente total de cortocircuito

El valor de las reactancias subtransitorias utilizadas para calcular las corrientes de cortocircuito corresponde a los valores de eje directo. Ciertos fabricantes indican dos valores de reactancia subtransiente X''_{dv} y X''_{di} , en este caso el valor X''_{di} debe ser utilizado para calcular las corrientes de cortocircuito

2.2.4. Corrientes asimétricas.

Dependiendo de la magnitud y defasaje en el tiempo entre las ondas de tensión y corriente de un sistema en el instante del cortocircuito, la corriente de falla puede presentar características de asimetría (figura 17) con respecto al eje normal de la corriente; en general esto ocurre cuando la onda de tensión normal se encuentra en un valor distinto a su pico máximo en el momento de ocurrencia de la falla. Para producir la máxima asimetría el cortocircuito siempre debe ocurrir cuando la onda de tensión se encuentre pasando por cero (magnitud cero). En un sistema trifásico balanceado (con tres tensiones defasadas 120°), la máxima corriente asimétrica ocurre solamente en una de las fases del sistema (cualquiera de las tres).

La asimetría de la corriente de cortocircuito surge debido a que bajo las condiciones explicadas anteriormente, la corriente que fluye tiene dos componentes: el componente de corriente alterna (componente ac.) y un componente de corriente

directa (componente dc.) tal como ocurre en los circuitos RL de corriente alterna. Este componente dc decrece a medida que pasa el tiempo ya que su energía se disipa en forma de calor por la resistencia del circuito (efecto Joule). Motivado a esto, la tasa de decrecimiento es inversamente proporcional a la relación entre la resistencia y reactancia del circuito (X/R) (entre mas baja es la relación X/R , más rápido es el decrecimiento).

Por ejemplo, en sistemas de baja tensión, la relación X/R generalmente es baja (menor a 15) por lo que la componente dc decae a cero en un rango entre 1 y 6 ciclos dependiendo del caso.

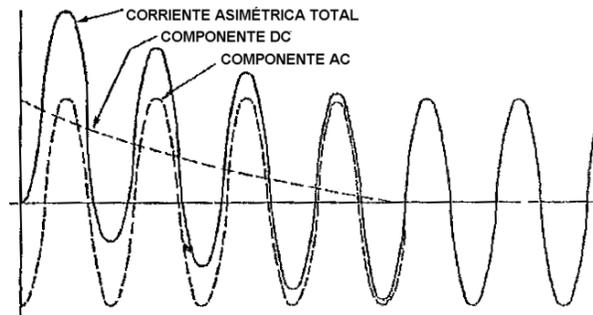


Figura 17. Efecto de asimetría en la corriente de cortocircuito, el valor máximo de la corriente asimétrica ocurre cerca del medio ciclo a partir del instante del cortocircuito. Fuente: IEEE 241-1990 [5]

2.2.5. Consecuencias de los cortocircuitos.

Las consecuencias de los cortocircuitos son variables dependiendo de la naturaleza y duración de los defectos, el punto de la instalación afectado y la magnitud de las corrientes.

En general podemos considerar algunos de los siguientes efectos:

- En el punto de defecto: la presencia de arcos con deterioro de los aislantes, fusión de los conductores, principio de incendio y riesgo para las personas.
- Para el circuito o equipo defectuoso:

Esfuerzos electrodinámicos, con deformación de los juegos de barras, deslambramiento de los cables, rotura de aisladores, averías en bobinados de transformadores o máquinas eléctricas rotativas.

Esfuerzo térmicos, con sobrecalentamientos con riesgo de deterioros de los aislantes.

- Para el resto de la instalación: disminución de la tensión durante el tiempo de eliminación del defecto (en BT 10 a 100 ms), puesta fuera de servicio de una parte de la instalación, perturbaciones en los circuitos de control y comunicaciones.

Los cortocircuitos presentan fundamentalmente efectos térmicos y electrodinámicos.

Los efectos térmicos dependen de la energía liberada por efecto Joule y vienen determinados por la expresión:

$$E_T = \int R \cdot i^2 dt$$

2.3. Metodología del cálculo.

Dos métodos de cálculos se presentan en el estudio de las corrientes de cortocircuito. Se identifican como el método directo y el método de la por-unidad. Mientras que representan diversos conceptos del cálculo, si ambos utilizan los mismos datos, producen resultados del mismo grado de exactitud.

El método directo de cálculo del cortocircuito presentado se designa así porque, por la mayor parte, usa el diagrama de una línea del sistema directamente, utiliza el sistema y datos del equipo tales como voltios, amperios, y ohmios directamente, y utiliza ecuaciones y relaciones eléctricas básicas sin utilizar diagramas especiales, unidades abstractas, o técnicas matemáticas.

El método por-unidad es más representativo del análisis eléctrico convencional del circuito. Implica el convertir del diagrama de una línea del sistema en un diagrama equivalente de impedancia y el reducir de esto a un solo valor de la impedancia. Esto se logra lo mejor posible especialmente cuando varios niveles voltaicos son implicados usando una técnica matemática especial que establezca los valores bajos (o referencia) para voltios, la corriente, el KVA, y los ohmios y después refiera los parámetros reales a estas bases en ecuaciones especiales para derivar valores por-unidad (o a veces por ciento). La aplicación de estos valores en ecuaciones especiales produce los valores del cortocircuito.

El método directo es generalmente más fácil de comprender puesto que utiliza el diagrama de una línea del sistema y es compatible con la analogía intuitiva. También, inculca confianza desde el sistema y los datos del equipo se aplican directamente a las ecuaciones eléctricas familiares produciendo los datos reconocibles que pueden ser valorados inmediatamente.

El método directo se adapta particularmente al análisis progresivo de un todo o porción de un sistema empezando en la fuente, considerando cada escalón paso a paso, y determinando valores del cortocircuito en cada localización hacia fuera al final de varios circuitos. Tal análisis se asocia típicamente a planear un sistema de energía entero de un nuevo edificio o facilidad donde los valores del cortocircuito en todos los puntos deben ser determinados antes de que el equipo apropiado pueda ser seleccionado.

El método por-unidad con su técnica matemática especial se adapta particularmente a los valores calculados del cortocircuito en uno o más puntos específicos del sistema, especialmente cuando varios niveles voltaicos existen entre la fuente y el punto del cortocircuito. En el método por-unidad cada punto de la falla se considera por separado se desarrolla un diagrama equivalente de la impedancia del sistema usando esos parámetros que tengan un efecto en corriente del cortocircuito en ese punto.

Cada localización de falla requiere su propio diagrama equivalente de impedancias por separado, reducción subsecuente, y cálculo. No es dependiente en los valores del cortocircuito obtenidos de una sección de circuito que procede. Puesto que cada

punto se considera por separado, el método por-unidad puede ser más conveniente cuando se está analizando una sola posición remota específica (quizás en un sistema existente) puesto que el cálculo progresivo en los puntos interinos no estén implicados.

En la evolución de las técnicas del cálculo del cortocircuito, la mayoría de los estudios principales del cortocircuito han pertenecido a los sistemas donde estaban las características del método por-unidad de una ventaja típica, un medio existente y sistemas de alto voltaje con muchos niveles voltaicos, tales como compañía de energía. Consecuentemente, el método por-unidad generalmente se considera el método de cálculo estándar oficial, según lo presentado en gran detalle en muchas referencias, incluyendo estándares de ANSÍ y otras publicaciones y libros de la IEEE

2.3.1 Tiempos de Cálculo.

Debido a que algunos dispositivos protectores funcionan después de algunos ciclos y otros después de retrasos, las corrientes del cortocircuito pueden necesitar ser calculado en los siguientes tiempos recomendados.

Primero-Ciclo. Los valores simétricos máximos inmediatamente después de la iniciación de la falla que se requieren, son siempre a menudo los únicos valores necesarios. En este estudio estos valores se refieren como primero-ciclo y son amperios simétricos del cortocircuito rms de la corriente alterna a menos que se indicare en forma diferente.

Estos valores se utilizan en la selección apropiada del equipo de baja tensión en un cortocircuito y cuando están convertidos a los valores asimétricos son la base para seleccionar correctamente cortacircuitos de medio voltaje interruptores, valores de fusibles y cierre de cortacircuitos circuitos. Estos se usan a menudo en el proceso de seleccionar valores de interrupción de cortacircuitos de medio voltaje.

Los valores del primero-ciclo también se requieren para coordinar los dispositivos protectores según sus características actuales de tiempo. Incluso si un dispositivo no interrumpe hasta varios ciclos después de la iniciación de la falla, permitiendo que la

corriente de falla decaiga, los dispositivos protectores y todos los dispositivos en serie deben soportar la corriente máxima así como la energía total. Un dispositivo que interrumpa en menos de una mitad de ciclo reduce los requisitos de la composición de los dispositivos en serie. La corriente fijada para tal dispositivo puede ser determinada de los valores simétricos máximos en la primera mitad del ciclo designado generalmente corriente anticipada del cortocircuito.

Después de 1.5 - 8 Ciclos. Los valores máximos después de algunos ciclos se requieren para la comparación con los valores de interrupción de los cortacircuitos de medio-voltaje.

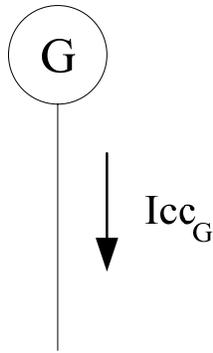
Cerca de 30 Ciclos. Estas corrientes reducidas de falla son a veces necesarias para estimar el funcionamiento de reles y de fusibles de retraso de tiempo. A menudo, los valores mínimos se deben calcular para determinar si la suficiente corriente está disponible para abrir los dispositivos protectores dentro de un tiempo satisfactorio.

2.3.2. Ecuaciones Básicas “Método Directo”.

Con el diagrama de una línea del sistema, referida a las Figuras 18, 19 y 20, que presentan el método de cálculo directo. La representación ilustrada en cada figura demuestra claramente donde se aplica diagrama de una línea. El formato demuestra qué datos deben ser adquiridos y cómo se utilizan para calcular los resultados.

GENERADORES.

Generalmente cuando se analizó la contribución de generadores se debe tener en cuenta que los valores de la reactancia subtransitoria (X_d'') vienen especificados por el fabricante, y estos a su vez son valores que varían ampliamente dependiendo del diseño, si X_d'' viene dado en valores por unidad se multiplica por 100 para la obtención en porcentajes.



$$I_{ccG} = \frac{I_{nG} * 100}{X_{d''} (\% \text{ en por ciento})}$$

$$I_{nG} = \frac{P_{(KVA)} * 100}{\sqrt{3} * V_{(KV)}}$$

Figura 18

Donde:

I_{ccG}	Corriente de cortocircuito total del generador.
$X_{d''}$	Reactancia subtransitoria en por ciento.
I_{nG}	Corriente nominal del generador.
$P_{(KVA)}$	Potencia nominal en kilovoltamperios del generador.
$V_{(KV)}$	Voltaje línea a línea generador en Kilovoltios

MOTORES (< 50 Hp).

Cuando se realiza el análisis de la contribución de estos motores en un cortocircuito las normas ANSI establecen que no es práctico considerar cada motor pequeño por separado, pues es mejor combinarlos para cada situación obteniendo un valor equivalente aunque muchos estén en funcionamiento a carga parcial. Un factor multiplicador de 4 es utiliza a nivel industrial debido a que la contribución de estos motores en un cortocircuito decrece rápidamente a diferencia de los motores grandes y viene expresado en la siguiente formula:

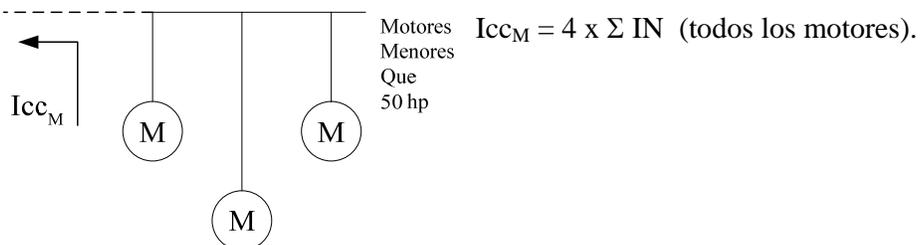


Figura 19

MOTORES GRANDES (50 hp o más)

En este caso es aconsejable ocuparse de cada motor por separado debido a que los motores de gran capacidad tienen un significativo aporte en la corriente de cortocircuito

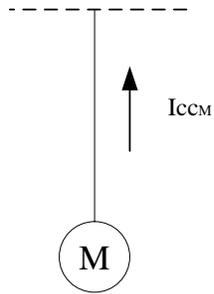
Si la reactancia subtransitoria no puede ser determinada para conocer el valor de contribución en un cortocircuito de un motor, la aproximación que se podría considerar es la I_{RB} (Corriente a rotor bloqueado) que es casi igual que la contribución del cortocircuito por lo que existen aproximaciones para obtener este valor. El código de letras definido por la NEC (Nacional Electric Code) y NEMA, se presentan en la tabla 199 para cada letra, existe un correspondiente KVA por HP en rotor bloqueado, el cual es el equivalente a los múltiplos de la corriente de plena carga arrastrada durante el arranque. Los motores síncronos de rotor cilíndrico, no tienen código de letras, pues no están diseñados para arrancar a plena tensión.

LETRA	MULTIPLIO	LETRA	MULTIPLIO
A	3,15	L	10
B	3,55	M	11,2
C	4	N	12,5
D	4,5	P	14
E	5	R	16
F	5,6	S	18
G	6,3	T	20

Tabla 199

Cuando tenemos en placa el valor de los amperios de plena carga y el valor de la corriente en rotor bloqueado podemos encontrar la reactancia subtransitoria del motor aplicando la siguiente formula:

$$X'' = \frac{I_{nM}}{I_{RB}}$$



$$I_{CCM} = \frac{I_{nM} * 100}{\% Xd''}$$

$$I_n = \frac{P_{(KVA)}}{\sqrt{3} * V_{(KV)}}$$

Figura 20

Donde:

I_{CCM}	Corriente de cortocircuito del motor.
Xd''	Reactancia subtransitoria en por ciento.
I_{nM}	Corriente nominal del motor.
$P_{(KVA)}$	Potencia del motor en kilovoltamperios.
$V_{(KV)}$	Kilovoltios del motor.

APROXIMACIONES:

- **Motores de Inducción.**

$I_{CCM} \cong$ Corriente de rotor bloqueado (I_{RB})

$$I_{CCM} \cong \frac{\text{Código de la letra} * hp}{\sqrt{3} * V_{(KV)}}$$

$$I_{CCM} \cong 5 * I_n$$

- **Motores Síncronos.**

$$I_{CCM} \cong 6, 7 * I_n \text{ si r.p.m.} = 1200$$

$$I_{CCM} \cong 5 * I_n \text{ si r.p.m.} = 514 - 900$$

$$I_{CCM} \cong 3.6 * I_n \text{ si r.p.m.} = 450$$

CONDUCTORES

Los elementos que conforman la red se encuentran interconectados por cables los mismos que pueden ser tripolares y monopolares, barras o conductores desnudos, los mismos que tienen un aporte muy significativo de impedancia dentro del sistema.

Para la resistencia de los conductores tenemos la fórmula conocida:

$$R = \frac{l}{\chi * s} \text{ ohmios / fase}$$

Donde:

l = longitud del conductor en metros.

s = sección del conductor en mm².

χ = coeficiente de conductividad; para el cobre $\chi = 56$, aluminio $\chi = 34,8$.

Por lo general, en los catálogos de cables, las firmas de los fabricantes de éstos expresan, en cada caso, la resistencia y reactancia total por kilómetros, con cuyo dato, ya resulta fácil hallar la impedancia total de los conductores.

Para la obtención de valores de resistencia y reactancia se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Longitud del cable entre elementos.
- Número de cables contenido.
- Tensión nominal.
- Calibre del conductor en AWG o MCM.

2.1. Cálculo de las corrientes de cortocircuito.

El análisis de las corrientes de cortocircuito se realizara siguiendo la modalidad descrita en el punto 2.3.2. Para lo cual se considera los datos descritos en el en el punto 1.2 del capitulo I.

El cálculo de las I_{cc} se realizara para cada motor pero estos valores no necesariamente estarán descritos en las tablas que a continuación se presentan debido a que la coordinación se realiza para las maquinas que conforman los mismos salvo en el caso de los motores que solo cumplen una función especifica mas no son parte especifica de una máquina.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo para la obtención de las I_{cc} aplicando el método directo.

Cálculo: Mezclador para cemento # 1.

Datos

$$P = 2 \text{ Hp} = 2 \text{ KVA}$$

$$F_p = 0.85$$

$$V_{LL} = 440\text{V}$$

$$I_{cc_M} = 4 * I_n$$

$$I_n = \frac{P_{(kVA)}}{\sqrt{3} * V_{(KV)}}$$

$$I_{cc_M} = 4 * \frac{2 \text{ KVA}}{\sqrt{3} * 0.44 \text{ kV}}$$

$$I_{cc_M} = 10.5 \text{ SCA}$$

2.4.1 Cálculo de las corrientes de cortocircuito en las máquinas instaladas en el departamento Planta 1.

2.4.1.1 Cálculo de las corrientes de cortocircuito casa de cementos.

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Mezclador para cemento # 1	6.3	20	20
Mezclador para cemento # 2	3.12	9.19	9.19
Mezclador para cemento # 3	1.8	5.25	5.25
Mezclador para cemento # 4	6.3	20	20

Tabla 200

2.4.1.2 Cálculo de las corrientes de cortocircuito tercer piso mixer.

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Tanque de aceite 455	4.6	15.75	15.75
Tanque de aceite 388	4.6	15.75	15.75
Tanque de aceite de proceso 547	6.8	26.24	26.24
Motores tecla para desplazamiento y para carga y descarga	22.26	47.24	47.24

Tabla 201

2.4.1.3 Cálculo de las corrientes de cortocircuito segundo piso mixer.

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Sistema de lubricación guardapolvos	2	10	10
Sist. hidráulico para cuña y compuerta de descarga	6.5	26.24	26.24
Sistema de lubricación	5	26.24	26.24
Motor # 1 sistema de refrigeración cámara	6.5	26.24	26.24
Motor # 2 sistema de refrigeración cámara	4	15.75	15.75
Motor # 3 sistema de refrigeración cámara	3.7	20.99	20.99

Tabla 202

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Motor # 1, sistema pesaje de aceite de proceso	10	52.49	52.49
Motor # 2, sistema pesaje de aceite de proceso	7	37.65	37.65
Motor de transportador de balanza	1.8	10	10
Moto-reductor #1, dosificador balanza de pesaje de negro de humo	5,2	5.2	5.2
Moto-reductor # 2, dosificador balanza de pesaje de negro de humo	7,3	7.3	7.3
Moto-reductor # 3, dosificador balanza de pesaje de negro de humo 708	5,2	5.2	5.2
Moto-reductor # 4, dosificador balanza de pesaje de negro de humo 250	5	5	5
Transportador alimentación a mixer	0.5	2.62	2.62
Moto-reductor cargador de caucho	1	5	5
Moto-reductor balanza transportadora	5	14	14
Moto-reductor Transportador alimentador del mixer	5	15.75	15.75
Motor, sistema lubricación de reductor	6.8	21	21
Sistema lubricación guardapolvos de cámara	4.8	10.5	10.5
Sistema hidráulico cuña y compuerta de descarga	6.3	26.24	26.24
Sistema de vacío chronos richardson	3.4	15.75	15.75
Motor # 1, balanza de pesaje de aceite de proceso	10.5	37.65	37.65
Motor # 2, balanza de pesaje de aceite de proceso	10.5	37.65	37.65
Transportador corto giratorio	2.4	7.87	7.87
Transportador de balanza toledo	3.75	20	20
Transportador de alimentación a mixer	3.75	20	20

Tabla 202.1

2.4.1.4 Cálculo de las corrientes de cortocircuito planta baja mixer

TM tablero del molino 84

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Blending roll molino Droop	6,3	22.26	22.26
Blending roll molino Sheeter	6,3	22.26	22.26
Banda de varillas, zona de inmersión	5.34	27.82	27.82
TOTAL	17.94	72.34	72.34

Tabla 203

Motores Molino Droop

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Motor Molino Batch off # 1	248	1054	1054
Motor Molino Batch off # 3	423	1207.19	1207.19

Tabla 204

Motores Molino Sheeter.

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Motor Molino Batch off # 1	248	1054	1054
Motor Molino Batch off # 3	423	1207.19	1207.19

Tabla 205

Tablero de control Batch off # 1

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Rack de enfriamiento	10,6	41	41
Cepillos de limpieza	4,75	17	17
Gripper	1,19	2.62	2.62
Sistema extracción muestras, transportador salida mixer	0,78	1.84	1.84
Transportador alimentación a stacker	3,25	11.13	11.13
Sistema de corte de laminas	4,75	17	17
WIG - WAG stacker	0,36	18.95	18.95
Oruga de transporte plataformas, stacker	4,75	17	17
Motor de sistema hidráulico stacker	8	29.83	29.83
Enfriamiento motor Molino Droop Batch off # 1	0.8	4	4
Sistema de Lubricación Molino Droop Batch off # 1	0.52	1.34	1.34
Banda entre los Molinos Droop y Sheeter Batch off # 1	6.3	20.08	20.08

Tabla 206

Tablero de control Batch off # 1

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Enfriamiento motor Molino Sheeter Batch off # 1	0.8	4	4
Sistema De Lubricación Molino Sheeter Batch off # 1	0.52	1.34	1.34
TOTAL	47.37	187.27	187.27

Tabla 206.1

Tablero de control Batch off # 2

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Motor, tanque de lechada, zona de inmersión	6.3	25.1	25.1
Rack de enfriamiento	5.3	28.87	28.87
Motor de wig-wag superior	5.3	28.87	28.87
Motor de wig-wag inferior	5.3	28.87	28.87
Sistema de lubricación de reductor de molino # 2	3.35	10	10
Blending roll molino Droop	6,3	20	20
Blending roll molino Sheeter	6,3	20	20
Banda de varillas, zona de inmersión	5.34	25	25
TOTAL	43.49	186.71	186.71

Tabla 207

Motores Batch Off # 3

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Tanque de lechada, zona de inmersión	1,0	25.10	25.10
12 Ventiladores (Rack de enfriamiento)	14.4	88.4	88.4
WIG-WAG	10.4	-	-
WIG - WAG stacker	10,4	-	-

Tabla 208

Motores Batch Off # 3

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Movimiento de la Banda	0.85	1.82	1.82
Sistema Hidráulico	8.7	32.57	32.57
Movimiento de la Banda	5.3	15.43	15.43
Sistema de Lubricación Molino Batch off # 3 Droop	1.3	3.37	3.37
Sistema de Refrigeración Molino Droop Batch off # 3	4.2	16.7	16.7
	4.2	16.7	16.7
Banda entre los Molinos Droop y Sheeter Batch off # 3	0.40	8.9	8.9
	6.1	25.1	25.1
Sistema de lubricación Sheeter Molino Batch off # 3	1.3	3.37	3.37
Sistema de Refrigeración Molino Sheeter Batch off # 3	4.2	16.7	16.7
TOTAL	72.75	254.16	254.16

Tabla 208.1

Motores Extrusora # 2

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Tornillo de 8.5"	280	787.3	787.3
Tornillo de 10"	375	1050	1050

Tabla 209

Línea Transportadora de la Tubera

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Ventilador de motor tornillo 8.5"	2	10.5	10.5
Ventilador de motor tornillo 10"	2	10.5	10.5
Motor de cuchilla de cortadora firwood	5	25.10	25.10
Mesa transportadora de banda, cortadora firwood	6.5	35.14	35.14
Soplador de aire # 1	36	150.61	150.61
Soplador de aire # 2	36	150.61	150.61

Tabla 210

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Soplador de aire # 3	36	150.61	150.61
Mesa de en cementar	0.59	-	-
Banda metálica transportadora # 1	8.5	48.11	48.11
Banda metálica transportadora # 2	5.2	29	29
Banda metálica transportadora # 3	5.2	29	29
Banda metálica transportadora # 4	5.2	29	29
Transportador de banda inclinada de bajada	5.2	29	29
Enfriamiento de rodamientos	2.3	12.55	12.55
Banda inclinada calibración de rodamientos	5.2	29	29
Absorbedor de gases, calandria de cojín	0.9	5.3	5.3
Banda de rodillos separadores	3.5	19.2	19.2
Cortador slitter	7	25.1	25.1
Calandria de cojín	72	192	192
TOTAL	244.29	980.33	980.33

Tabla 210.1

Transportadores de molino 84 Tubera doble.

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Transportador molino quebrantador 84",-molino homogenizador, extrusora 10"	1.3	3.77	3.77
Transportador molino homogenizador 84", -molino alimentador 84", extrusora 10"	1.2	20	20
Blending roll, molino alimentador 84", extrusora 10"	4.8	15.7	15.7
Transportador molino quebrantador 84"-molino homogenizador 84", extrusora 8.5"	2	3.77	3.77
Transportador molino homogenizador 84"-molino alimentador 84", extrusora 8.5"	2	3.77	3.77
Transportador de banda de alimentación a extrusora 8.5"	1.4	2.51	2.51
Transportador de banda de alimentación a extrusora 10"	1.4	2.51	2.51
Transportador de mill loader, molino quebrantador 84", extrusora 10"	1.8	15	15
Blending roll, molino homogenizador 84", extrusora 10"	1.8	10	10

Tabla 211

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Blending roll, molino alimentador 84", extrusora 8.5"	1.8	10	10
Mill loader, molino quebrantador 84", extrusora 8.5"	3.1	10	10
Sistema de corte mill loader, molino quebrantador 84", tornillo 10"	1	10	10
TOTAL	23.6	107.03	107.03

Tabla 211.1

Extrusora # 3

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Extrusora # 3	261.9	130	130

Tabla 212

Línea Transportadora de la Tubería 3

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Transportadores de la Tubería 3	75.6	121	121

Tabla 213

Motores Roller Head

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Motores Roller Head	1028.8	4115.2	4115.2

Tabla 214

Calandria

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Motor de calandria # 1	315	---	---
WIG-WAG N° 1	1.1	2.51	2.51
Mill loader, molino quebrantador 84"	3.1	10.4	10.4
Blending roll, molino alimentador 84"	3.9	10.4	10.4
Sistema hidráulico Acumulador # 1	6.5	25.10	25.10
Transportador de banda de molino 84-calandria # 1	1	2.51	2.51
Transportador de banda entre los alimentadores de los molinos 84 y 60 - calandria # 1	1.8	5.02	5.02
Giro de wig - wag	1.4	2.51	2.51
Giro de wig - wag	1.4	2.51	2.51
Calibración de masas, superior derecho	3.2	12.55	12.55
Calibración de masas, superior izquierdo	1.5	8.38	8.38
Calibración de masas, inferior derecho	1.5	8.38	8.38
Calibración de masas, inferior izquierdo	1.5	8.38	8.38
Motor de precalandria	42.7	---	---
Soplador Motor de precalandria	0.85	1.66	1.66
Motor de tambores de enfriamiento	36.6	96.23	96.23
Mesa enrolladora de gomas	28.3	72.17	72.17
Soplador Mesa enrolladora de gomas	0.5	7.53	7.53
Transportador acumulador # 2 - enrolladoras	28.3	72.17	72.17
Soplador Transportador acumulador # 2	0.85	1.66	1.66
Enrolladora # 1	35	---	---
Enrolladora # 2	35	---	---
Motor de traslación, sistema de tecla de estación de carga	3.5	10.4	10.4
Sistema hidráulico de empalmadora	6.8	25.10	25.10
Sistema hidráulico de la calandria 2	10.2	37.65	37.65
Moto-reductor derecho, enrollador de gomas	11.5	52.49	52.49
Moto-reductor izquierdo, enrollador de gomas	11.5	52.49	52.49

Tabla 215

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Moto-reductor anterior, enrollador gomas	10.5	49.23	49.23
Moto-reductor posterior, enrollador gomas	10.5	19.23	49.23
Transportador molino 84" homogenizador a molino 84" alimentador	3,2	14.07	14.07
Transportador molino 84" quebrantador a molino 84" homogenizador	1.8	5.25	5.25
Sistema hidráulico de lubricación, molino 60", alimentador	0,63	2.81	2.81
Sistema hidráulico de lubricación, molino 60", homogenizador	0,65	2.81	2.81
Transportador molino 60" homogenizador - molino 60" alimentador	2	10.5	10.5
Sistema hidráulico de lubricación, molino 60", quebrantador	0.77	3.52	3.52
Transportador molino 60", quebrantador - molino 60" alimentador	2.2	10.4	10.4
Transportador molino 60", alimentador - molino 84", alimentador	4,2	10.4	10.4
Transportador molino 84", alimentador - molino 60", alimentador	3,5	10.4	10.4
Motor de Calandria	317	---	---
Soplador Motor de Calandria	0.5	2.51	2.51
Transportador de banda de molino 60" alimentador a wig- wag	2.7	7.53	7.53
Giro de wig - wag	1.4	2.51	2.51
Calibración de masas, superior derecho	3.2	12.11	12.11
Calibración de masas, superior izquierdo	3.2	12.11	12.11
Calibración de masas, inferior derecho	3.2	12.11	12.11
Calibración de masas, inferior izquierdo	3.2	12.11	12.11
Tecla de carga # 1 Rack Fifo	4	17.57	17.57
Tecla de carga # 2 Rack Fifo	2.3	10.04	10.04
Tecla de carga # 3 Rack Fifo	2.3	10.04	10.04
Tecla Estación de Carga	2.3	10.04	10.04
Motor de bomba Sistema de Recirculación de Condensado	6.5	25.10	25.10

Tabla 215.1

Motores Tanques de Aceite

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Motor de bomba Tanque de Aceite proceso 547 (shell)	10	37.65	37.65
Motor de bomba Tanque de Aceite proceso 455 (móvil)	10	37.65	37.65
Motor de bomba Tanque horiz. de Aceite	8.7	27.61	27.61
Motor de bomba Tanque de Aceite proceso 547 (Texaco 9600 Gls)	10	37.65	37.65
Motor de bomba Tanque de Aceite proceso 547 (Texaco 9500 Gls)	10	37.65	37.65
Motor de bomba Tanque de Aceite proceso (shell 10300 Gls)	10	37.65	37.65

Tabla 216

Motores Sistema de Recepción de Aceite

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Motor de bomba # 1	18.7	75.31	75.31
Motor de bomba # 3	6.5	25.10	25.10

Tabla 217

Ascensor hidráulico Montgomery.

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Sistema hidráulico # 1	6.5	25.10	25.10
Sistema hidráulico # 2	7.6	40.16	40.16
Ascensor hidráulico dover	52.26	209	209

Tabla 218

1.4.1.5 Cálculo de las corrientes de cortocircuito terraza.

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Motor Absorvedor de negro de humo Cámara Mixer # 1	36	150.61	150.61
Soplador de motor Mixer # 1	21	74	74
Motores Filtro Colector de negro de humo # 1			
Transportador de tornillo sin-fin	3	15.06	15.06
Traslación de soplador de fundas	1.3	5.02	5.02
Soplador de fundas	2.8	10.4	10.4
Motores Filtro Colector de humo # 2			
Transportador tornillo sin fin	6.2	20	20
Dosificador	0.83	2.51	2.51
Motor Absorvedor de negro de humo Cámara Mixer # 2	34	150.61	150.61
Motores Absorbedor de gases Molino # 2	24	100	100

Tabla 219

2.4.2 Cálculo de las corrientes de cortocircuito en las máquinas instaladas en el Departamento Preparación de Materiales.

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Ply Up Machine	4.14	10.48	10.48
Cap Ply	3.86	11.30	11.30
Embanderadora # 1	4.6	15.06	15.06
Embanderadora # 2	1.15	3.94	3.94
Colocadora de Relleno	1.19	2.75	2.75
Colocadora de Relleno # 1	2.5	7.53	7.53
Colocadora de Relleno # 2	2.5	7.53	7.53
Colocadora de Relleno # 3	3.1	10.04	10.04
Colocadora de Relleno # 4	3.1	10.04	10.04
Colocadora de Relleno # 5	3.3	5.25	5.25
Motores Extrusora de relleno 2 1/2" # 2 en caliente	57.35	77.41	77.41

Tabla 220

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Extrusora de Relleno en la Tubera 2 1/2"	136.3	151.68	21.68
FSW 400	146	191	191
Slitter de Caucho	11.4	40.16	40.16
Tecele	1.75	5.02	5.02
Steelastic # 1	154	237.24	237.24
Steelastic # 2	154	237.24	237.24
Steelastic # 3	154	237.24	237.24
Cortadora Slitter	3.2	10	10
Enrolladora A	0.3	1.73	1.73
Enrolladora B	1.1	2.62	2.62

Tabla 220.1

2.4.3 Cálculo de las corrientes de cortocircuito en las máquinas instaladas en el Departamento Construcción.

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
NRM - 59 J # 1	40.32	64.1	64.1
NRM - 59 J # 2.	40.32	64.1	64.1
NRM - 59 J # 3.	40.32	64.1	64.1
ASM - 260 # 1.	6.5	29.46	29.46
ASM - 260 # 2	8.4	28.49	28.49
ASM - 260 # 3.	6.5	29.46	29.46
ASM - 260 # 4.	6.5	29.46	29.46
ASM - 146 # 1.	6.9	18.66	18.66
ASM - 146 # 2.	6.9	18.66	18.66
NRM - 95 # 1.	87.1	112.09	112.09
NRM - 95 # 2.	87.1	112.09	112.09
NRM - 95 # 3.	87.1	112.09	112.09
NRM - 95 # 4.	87.1	112.09	112.09
NRM - 95 # 5.	87.1	112.09	112.09
NRM - 95 # 6.	87.1	112.09	112.09
NRM - 75 # 1.	53.45	116.86	116.86

Tabla 221

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
NRM - 75 # 2.	57.1	109.915	109.915
NRM - 88 – B1.	25.19	62.548	62.548
NRM - 88 – B2.	35.49	64.944	64.944
NRM - 88 – B3.	45.35	77.525	77.525
NRM - 88 – B4.	44.65	46.825	46.825
NRM - 88 – B5.	31.8	60.193	60.193
NRM - 88 - R1.	19.7	27.601	27.601
NRM - 88 – R2.	31.55	42.865	42.865
NRM - 88 – R3.	26.34	31.441	31.441
NRM - 88 – R4.	41.85	47.5	47.5
NRM - 88 – R5.	51	67.678	67.678
NRM - 88 – R6.	30.15	42.869	42.869
NRM - 88 – R7.	116.135	566.087	566.087
NRM - 88 – R8.	99.255	506.285	506.285
NRM - 88 – R9.	99.265	506.285	506.285
Constructora de Bandas 1982	4	11.809	11.809
Constructora de Bandas 1983	5.4	15.474	15.474
Aachen Cutter	207.28	1203.005	1203.005
Slitter	10.49	32.633	32.633
Cortadora Horizontal	16.4	48.347	48.347
High Table # 1	48.44	164.16	164.16
High Table # 2	44.46	138.567	138.567
EXP # 1	71.67	75.042	75.042
EXP # 2	42.25	45.633	45.633
EXP # 3	85.52	92.196	92.196
EXP # 4	79.8	348.197	348.197
EXP # 5	73.53	357.383	357.383
EXP # 6	43.03	193.846	193.846
EXP # 7	41.37	192.345	192.345
Transportadores (Área de Construcción)	45	179.367	179.367

Tabla 221.1

2.4.4 Cálculo de las corrientes de cortocircuito en las máquinas instaladas en el Departamento Vulcanización.

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Lubricadora Radial	9.4	31.492	31.492
Lubricadora de Camioneta	4	15.061	15.061
Lubricadora de Camión	5.050	12.893	12.893
Pinchadora	3.6	10.041	10.041
Zanja # 1			
Prensa 1B 1 - 2	52.5	273.16	273.16
Prensa 1B 3 - 4	52.5	273.16	273.16
Prensa 1B 5 - 6	52.5	273.16	273.16
Prensa 1B 7 - 8	52.5	273.16	273.16
Prensa 1B 9 - 10	52.5	273.16	273.16
Prensa 1B 11 - 12	52.5	273.16	273.16
Zanja # 2			
Prensa 2B 1 - 2	51.55	273.116	273.116
Prensa 2B 3 - 4	51.55	273.116	273.116
Prensa 2B 5 - 6	51.55	273.116	273.116
Prensa 2A 1 - 2	58.55	310.650	310.650
Prensa 2A 3 - 4	58.55	310.650	310.650
Prensa 2A 5 - 6	58.55	310.650	310.650
Prensa 2A 7 - 8	42.55	227.541	227.541
Prensa 2A 9 - 10	42.55	227.541	227.541
Prensa 2A 11- 1 2	51.55	273.116	273.116
Prensa 2A 13 - 14	42.55	227.541	227.541
Prensa 2A 15 - 16	51.55	273.116	273.116

Tabla 222

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Zanja # 3			
Prensa 3B 3 - 4	59.5	315.67	315.67
Prensa 3B 5 - 6	59.5	315.67	315.67
Prensa 3B 7 - 8	58.5	315.67	315.67
Prensa 3B 9 - 10	52.5	278.592	278.592
Prensa 3B 11 - 12	59.5	315.67	315.67
Prensa 3B 13 - 14	59.5	315.67	315.67
Prensa 3B 15 - 16	59.5	315.67	315.67
Prensa 3B 17 - 18	59.5	315.67	315.67
Prensa 3B 19 - 20	59.5	315.67	315.67
Zanja # 4			
Prensa 4B 1 - 2	50	268.095	268.095
Prensa 4B 3 - 4	50	268.095	268.095
Prensa 4B 5 - 6	50	268.095	268.095
Prensa 4B 7 - 8	50	268.095	268.095
Prensa 4B 9 - 10	50	268.095	268.095
Prensa 4B 11 - 12	57	305.629	305.629
Prensa 4B 13 - 14	57	305.629	305.629
Prensa 4B 15 - 16	57	305.629	305.629
Prensa 4B 17 - 18	50	268.095	268.095
Tecles Zanja # 4	4.65	15.061	15.061
Zanja # 5			
Prensa 5A 1 - 2	41.9	224.655	224.655
Prensa 5A 3 - 4	41.9	224.655	224.655
Prensa 5A 5 - 6	41.9	224.655	224.655
Prensa 5A 7 - 8	41.9	224.655	224.655

Tabla 222.1

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Prensa 5A 9 - 10	41.9	224.655	224.655
Prensa 5A 11 - 12	41.9	224.655	224.655
Prensa 5A 13 - 14	41.9	224.655	224.655
Prensa 5A 15 - 16	57	305.629	305.629
Prensa 5A 17 - 18	41.9	224.655	224.655
Prensa 5A 19 - 20	41.9	224.655	224.655
Prensa 5A 21 - 22	41.9	224.655	224.655
Prensa 5A 23 - 24	41.9	224.655	224.655
Conveyor prensas Prensa 5A 21 - 22 ; 23 - 24	3.8	6.627	6.627
Zanja # 7			
Prensa 7A 1 - 2	20	37.865	37.865
Prensa 7A 3 - 4	20	37.865	37.865
Prensa 7A 5 - 6	17.5	33.073	33.073
Prensa 7A 7 - 8	20	37.878	37.878
Prensa 7A 9 - 10	18.05	33.901	33.901
Prensa 7A 11 - 12	20	37.865	37.865
Prensa 7A 13 - 14	64.8	343.051	343.051
Prensa 7A 15 - 16	65.2	343.88	343.88
Prensa 7A 17 - 18	17.9	33.389	33.389
Prensa 7A 19 - 20	66.8	760.12	760.12
Prensa 7A 21 - 22	16.2	27.894	27.894
Prensa 7A 23 - 24	17.9	33.389	33.389
Blader 4	1.55	5.020	5.020
Transportadores	149.05	183.246	183.246
Rebarbeadoras, Transportadores y Carrusel.	26.81	143.881	143.881

Tabla 222.2

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Maquinas de Inspección.	7.03	25.875	25.875
Inspección Bulges	20.35	90.140	90.140
Lavadora de Moldes	58.5	227.346	227.346
Centro de Pruebas.	243.3	271.378	271.378
T.U.O.	71.9	208.681	208.681
Balanceadoras.	7.5	15.746	15.746
Bombas			
Bomba de Retorno APC1	32	125.511	125.511
Bomba de Retorno APC1	32	125.511	125.511
Bomba de Agua Fría PU4	36.5	150.613	150.613
Bomba de Agua Fría PU5	36.5	150.613	150.613
Transportadores (Prebodega).	15.69	56.737	56.737

Tabla 222.3

2.4.5 Cálculo de las corrientes de cortocircuito en las máquinas instaladas en el Departamento Casa de Fuerza.

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Bomba Agua de Enfriamiento.			
Bomba # 1	124	524.864	524.864
Bomba # 2	124	524.864	524.864
Bombas de Retorno A.F.A.P.			
Bomba de Retorno # 1	32	125.511	125.511
Bomba de Retorno # 2	32	125.511	125.511
Bomba de Condensado.	10.5	37.653	37.653
Bombas Torre de Enfriamiento.			
Bomba # 1	13.5	52.486	52.486

Tabla 223

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Bomba # 2	13.5	52.486	52.486
Bomba # 3	13.5	52.486	52.486
Bombas A.F.A.P.			
Agua fría Alta Presión # 1	168	753.066	753.066
Agua fría Alta Presión # 2	168	753.066	753.066
Agua fría Alta Presión # 3	168	753.066	753.066
Bombas Alimentación Calderos.			
Caldero # 1	43.8	182.321	182.321
Caldero # 2	37	157.459	157.459
Caldero # 3	43.8	182.321	182.321
Caldero # 4	58.5	251.022	251.022
Caldero # 5	118	524.864	524.864
Caldero # A	277	1255.109	1255.109
Caldero # B	277	1255.109	1255.109
Bombas A.C.P.			
Agua Caliente de Proceso # 1	60.1	251.022	251.022
Agua Caliente de Proceso # 2	60.1	251.022	251.022
Agua Caliente de Proceso # 3	60.1	251.022	251.022
Retorno # 1	36.5	150.613	150.613
Retorno # 2	36.5	150.613	150.613
Desaireador (emergencia)	19.2	75.307	75.307
Bombas D.M.Z. (Desmineralización)			
Suministro de Agua al Desaireador # 1	17	77.391	77.391
Suministro de Agua al Desaireador # 2	17	77.391	77.391
Bombas Recirculación.			
Recirculación D.M.Z. # 1	7.4	10.041	10.041
Recirculación D.M.Z. # 2	7.4	10.041	10.041
Bombas Reservorio (contra-incendios).			
Bomba # 1	43.8	125.511	125.511
Bomba # 2	43.8	125.511	125.511
Bomba # 3	43.8	125.511	125.511

Tabla 223.1

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Bomba # 4	43.8	125.511	125.511
Bomba Surtidores	62	251.022	251.022
Bombas Sistema (contra-incendios).			
Casa Bomba contra-incendios	9.5	36.653	36.653
	185	1004.087	1004.087
Bombas Tanques de Bunker y Combustible			
Bomba de Bunker 1A Tanque # 1	7.6	15.746	15.746
Bomba de Bunker 1B Tanque # 1	6.5	25.102	25.102
Bomba de Bunker Tanque # 2	6.5	25.102	25.102
Bomba de Bunker Tanque # 3	6.5	25.102	25.102
Bomba de Bunker Tanque # 4	6.5	25.102	25.102
Bomba recepción diesel	4.2	15.061	15.061
Bomba de aditivo Bunker	1.3	3.936	3.936
Bomba Mezclado Tanque # 7	1.8	5.249	5.249
Bomba despacho Kerex	1.3	3.936	3.936
Bombas de Com. Bunker Calderos			
Caldero # 1	3.6	10.041	10.041
Caldero # 2	3.6	10.041	10.041
Caldero # 3	3.6	10.041	10.041
Caldero # 4	3.6	10.041	10.041
Caldero # 5	3.1	10.041	10.041
Caldero # 6	3.1	10.041	10.041
Caldero A	8	25.102	25.102
Caldero B	8	25.102	25.102
Alimentación Tanques diarios	1.9	5.249	5.249
Bombas de Condensado			
Bomba # 1	5.2	15.061	15.061
Bomba # 2	5.2	15.061	15.061
Bomba # 3	4	15.061	15.061
Bomba # 4	4	15.061	15.061

Tabla 223.2

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Bomba # 5	14	52.486	52.486
Bomba # 6	14	52.486	52.486
Bomba # 7	4	15.061	15.061
Bomba A	5.17	20.082	20.082
Bomba B	5.17	20.082	20.082
Bombas Dosificadoras			
Bomba # 1 Hidracina	4	5.02	5.02
Bomba # 2 Hidracina	4	5.02	5.02
Bomba dosificadora al vapor	2.37	2.51	2.51
Bomba desaereador A.C.P. (Corrogen)	2.37	2.51	2.51
Bombas Drenaje.			
Bomba # 1	6.8	25.102	25.102
Bomba # 2	11.3	45.184	45.184
Bomba # 3	9	36.084	36.084
Bombas Agua Potable.			
Bomba vertical	18.9	75.307	75.307
Bomba vertical	18.9	75.307	75.307
Calderos			
Caldero # 1.	10.2	31.492	31.492
Caldero # 2.	10.2	37.653	37.653
Caldero # 3.	91.5	393.648	393.648
Caldero # 4.	212	878.576	878.576
Ventilador Torre de Enfriamiento.			
Ventilador 1	32	104.973	104.973
Ventilador 2	38.3	104.973	104.973
Ventilador Compresor.			
Ventilador 1	27.2	90.368	90.368
Ventilador 2	27.2	90.368	90.368
Extractor de Niebla.	2.6	7.531	7.531

Tabla 223.3

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Bombas Agua Filtrada Captación.			
Bomba # 1	5.85	39.365	39.365
Bomba # 2	5.85	39.365	39.365
Bombas de Agua Clarificada.			
Bomba # 1	5.7	25.102	25.102
Bomba # 2	5.7	25.102	25.102
Bombas de Transferencia.			
Transferencia # 1	12.5	50.204	50.204
Transferencia # 2	12.5	50.204	50.204
Transferencia # 3	12.5	50.204	50.204
Bombas de Agua Alimentación Clarificador.			
Clarificador # 1	4	20.995	20.995
Clarificado # 2	4	20.995	20.995
Bombas de Alimentación al reservorio.	6	25.102	25.102
Bombas de Enfriamiento (Grupo Diesel).			
Bomba # 1 del grupo # 2	6.8	26.243	26.243
Bomba # 2 del grupo # 2	6.8	26.243	26.243
Bomba # 1 del grupo # 2	6.8	26.243	26.243
Bomba # 2 del grupo # 3	6.8	26.243	26.243
Bombas Turbina ABB.			
Bomba Auxiliar de Aceite	25.8	100.409	100.409
Motor dispositivo virador de Turbina	26	100.409	100.409
Agitador.	248	1004.087	1004.087
Agitadores.			
Compresor # 1	134	607.737	607.737
Compresor # 2	120	502.044	502.044
Compresor # 1 G.D.	5	15.746	15.746
Compresor # 2 G.D.	6.5	25.102	25.102
Compresor # 1	123	502.044	502.044

Tabla 223.4

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Bombas de Agua Desaerador.			
Bomba # 1	17.2	75.307	75.307
Bomba # 1	17.2	75.037	75.037
Bombas Dosificador.			
Dosificador # 1	8.4	5.020	5.020
Dosificador # 2	8.4	5.020	5.020
Agitador.	1.4	3.765	3.765
Ventilador Tiro Forzado DZ.	193	878.576	878.576
Burmeister # 2	1057	4835.563	4835.563
Burmeister # 3	1097	5046.634	5046.634
English Electric # 4.	187	187	187

Tabla 223.5

2.4.6 Cálculo de las corrientes de cortocircuito en las máquinas instaladas en el Departamento Taller mecánico.

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Rectificadora	3.70	16.251	16.251
Fresadora # 1	3.3	10.497	10.497
Fresadora # 2	4	12.229	12.229
Limadora	6.6	20.181	20.181
Torno # 1	15	52.765	52.765
Torno # 2	3.6	52.486	52.486
Torno # 3	38	157.459	157.459
Torno # 4	4.4	15.746	15.746
Taladro Radial	7.5	15.746	15.746
Comprobación de Tambores	3.8	10.497	10.497

Tabla 224

Descripción	In Motores (Amp)	Icc Motores (Amp)	I Primer Ciclo
Taladro de Pedestal	2	6.077	6.077
Sierra Alternativa	1.9	5.249	5.249
Esmeril	2.8	7.873	7.873
Mesa para Soldar	4.5	10.370	10.370
Torno Vertical	28.49	101.721	101.721

Tabla 224.1

2.2. Coordinación de protecciones.

2.5.1 Problemas y exigencias de la coordinación de las protecciones.

La elección del sistema de protección de una instalación eléctrica es fundamental, tanto para garantizar un correcto desempeño económico y funcional de toda la instalación como para minimizar los problemas causados por las condiciones anómalas del servicio o por los propios fallos.

En el marco de este análisis, la coordinación entre los diferentes dispositivos destinados a la protección de zonas y componentes específicos debe:

- Garantizar en todos los casos la seguridad de la instalación y de las personas.
- Identificar y aislar rápidamente la zona donde ha ocurrido el problema para no cortar inútilmente el suministro a las zonas no afectadas.
- Reducir los efectos del fallo (caída de tensión, pérdida de estabilidad en las máquinas rotativas) en las partes débiles de la instalación.
- Reducir el esfuerzo de los componentes y los daños en la zona afectada.
- Garantizar la continuidad del servicio con una buena calidad de la tensión de alimentación.
- Proveer al personal de mantenimiento y al sistema de gestión la información necesaria para restablecer el servicio en el menor tiempo posible y con la mínima perturbación en el resto de la red.

- Alcanzar un buen equilibrio entre fiabilidad, simplicidad y economía.

Más en detalle, un buen sistema de protección debe tener la capacidad de:

- Detectar qué ha ocurrido y dónde, y distinguir entre situaciones anómalas pero tolerables y verdaderos fallos en la propia zona de influencia, con el fin de evitar desconexiones inoportunas que paralicen injustificadamente una parte indemne de la instalación.
- Actuar lo más rápido posible para limitar los daños (destrucción, envejecimiento acelerado) y asegurar la continuidad y estabilidad de la alimentación.

2.5.2. Coordinación por selectividad amperimétrica.

Este tipo de selectividad surge de la observación de que, cuanto más cerca de la alimentación se produce el fallo, mayor es la corriente de cortocircuito. Esto permite aislar la zona donde se ha verificado el defecto, simplemente calibrando la protección a un valor tal que no cause desconexiones inoportunas en la zona controlada por la protección inmediatamente aguas abajo (donde la corriente de defecto debe ser menor que la corriente de calibración de la protección aguas arriba. Normalmente, se logra obtener una selectividad total sólo en casos específicos en los cuales la corriente de defecto no es elevada o hay un componente de alta impedancia situado entre las dos protecciones (transformador, cable muy largo o de sección reducida) y, por lo tanto, existe una gran diferencia entre los valores de la corriente de cortocircuito. Este tipo de coordinación se utiliza sobre todo en la distribución terminal (bajos valores de corriente nominal y de corriente de cortocircuito, alta impedancia de los cables de conexión). En general, para su estudio se utilizan las curvas tiempo-corriente de actuación de los dispositivos. Es intrínsecamente rápida (instantánea), fácil de realizar y económica.

2.5.3. Pasos para un estudio de coordinación de protecciones

Los pasos a seguir dentro de un estudio de coordinación de protecciones, son los siguientes:

- Recopilar la información necesaria sobre el sistema eléctrico a proteger, indicando las características de los elementos del sistema en el diagrama unifilar.
- Determinar los valores máximos de carga, de acuerdo a la capacidad nominal del circuito protegido.
- Calcular las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los puntos del sistema que sean importantes para la coordinación.
- Recopilar y seleccionar información técnica sobre los equipos de protección existentes o que se instalarán en el sistema eléctrico, entre ellas las curvas características de tiempo - corriente de cada dispositivo de protección. Esta información generalmente la suministra el fabricante.
- Ubicar y seleccionar las características y rango de ajustes de los equipos de protección para que cumplan con las exigencias básicas del circuito a proteger y las normas existentes para tal fin.
- El proceso de coordinación debe realizarse desde la carga hacia la fuente, en los sistemas radiales.
- Realizar la coordinación, determinando las características de operación y ajuste de los dispositivos de protección de modo que exista selectividad. Toda esta información se resume en gráficos de tiempo - corriente para verificar el cumplimiento de los requerimientos de protección y coordinación.

2.5.4. Coordinación de Protecciones.

Los dispositivos de protección que se utilizaran en las diferentes máquinas ya sean estos interruptores termomagnéticos de caja moldeada, fusibles tipo cuchilla y fusibles diazed serán seleccionados de acuerdo a las curvas características, tiempo-corriente de cada dispositivo.

La elección de cualquiera de estos dispositivos dependerá del elemento actual de protección instalado en cada máquina los mismos que se pueden observar en las siguientes figuras.

En el caso de los fusibles tipo cuchilla las curvas características tiempo-corriente pertenecen a la marca “American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” los fusibles tipo Diazed pertenecen a la marca “DIN Fuses D0-type NEOZED” y en el caso de los interruptores termomagnéticos de caja moldeada se utilizara la marca “MERLIN GERIN”.

El elemento de protección que se utilizara en las diferentes máquinas estará basado en los valores de Corriente nominal (In), Corriente de Cortocircuito (Icc) y de la corriente de primer ciclo descrito en el punto 2.4. Además se podrá observar que muchos de los valores que se presentan son similares, por lo que se procederá a realizar la descripción de un solo dispositivo, especificando las máquinas que poseen las mismas características.

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 1 A

Segundo piso mixer.- Moto-reductor cargador de caucho, Transportador alimentación a mixer.

Calandria.- Transportador de banda de molino 84- calandria # 1, WIG-WAG N° 1, Giro de wig – wag, Soplador Mesa enrolladora de gomas, Soplador Transportador acumulador # 2, Sistema hidráulico de lubricación, molino 60", alimentador, Sistema hidráulico de lubricación, molino 60" homogenizador, Sistema hidráulico de lubricación, molino 60" quebrantador, Soplador Motor de Calandria, Giro de wig – wag.

Terraza.- Traslación de soplador de fundas, Dosificador.

Preparación de Materiales.- Embanderadora # 2, Colocadora de Relleno, Enrolladora A, Enrolladora B.

Vulcanización.- Blader 4.

Casa de Fuerza.- Agitador.

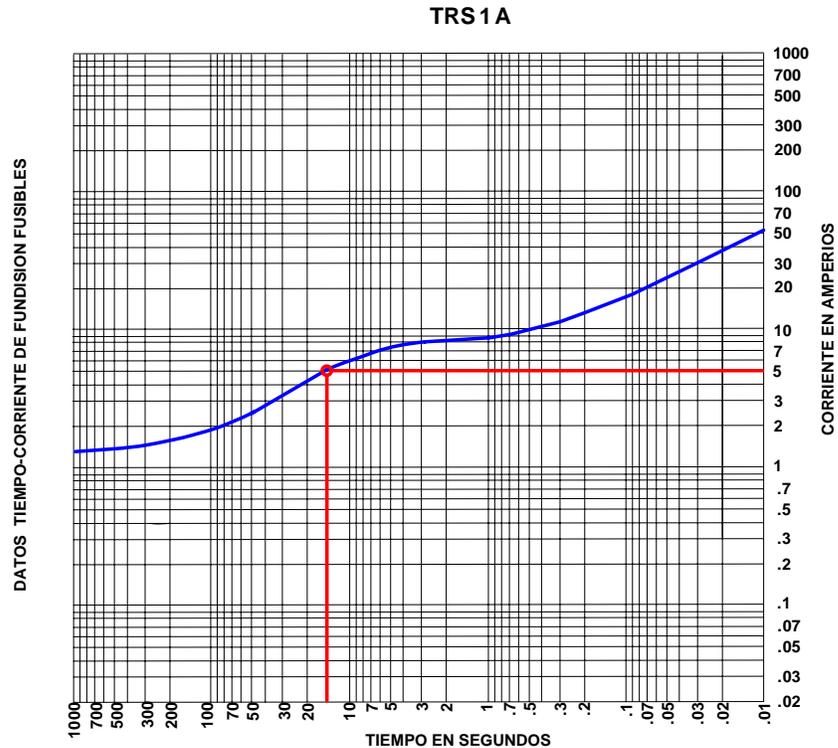


Figura 21

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 2 A

Casa de cementos.- Mezclador para cemento # 3.

Segundo piso mixer.- Sistema de lubricación guardapolvos, Motor de transportador de balanza, Transportador corto giratorio.

Calandria.-Transportador de banda entre los alimentadores de los molinos 84 y 60 - calandria # 1; Calibración de masas superior izquierdo Calibración de masas inferior derecho Calibración de masas, inferior izquierdo Transportador molino 84" quebrantador a molino 84" homogenizador, Transportador molino 60" homogenizador - molino 60" alimentador, Transportador molino 60", quebrantador - molino 60" alimentador, Tecla de carga # 2 Rack Fifo, Tecla de carga # 3 Rack Fifo, Tecla Estación de Carga.

Preparación de Materiales.- Tecla.

Casa de Fuerza.- Alimentación Tanques diarios; Bomba dosificadora al vapor; Bomba desaerador A.C.P. (Corrogen).

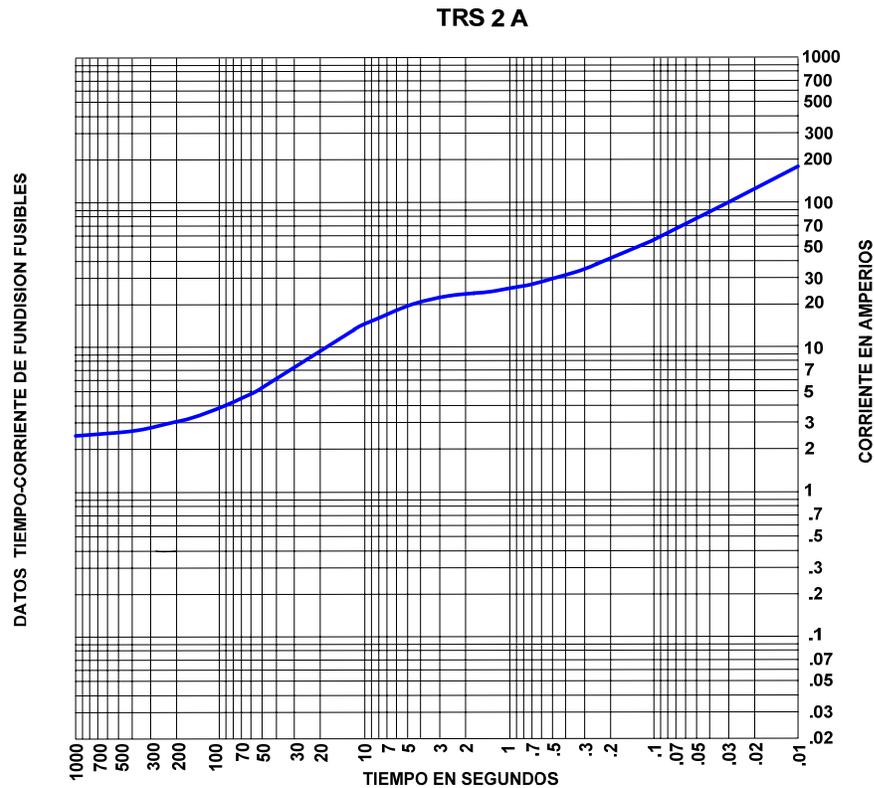


Figura 22

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 3.2 A

Casa de cementos.- Mezclador para cemento # 2.

Segundo piso mixer.- Sistema de vacío chronos richardson.

Calandria.- Mill loader, molino quebrantador 84"; Calibración de masas, superior derecho; Transportador molino 84" homogenizador a molino 84" alimentador; Transportador de banda de molino 60" alimentador a wig- wag; Calibración de masas, superior derecho: Calibración de masas, superior izquierdo; Calibración de masas, inferior derecho; Calibración de masas, inferior izquierdo.

Terraza.- Transportador de tornillo sin-fin; Soplador de fundas.

Preparación de Materiales.- Colocadora de Relleno # 1; Colocadora de Relleno # 2; Colocadora de Relleno # 3; Colocadora de Relleno # 4; Colocadora de Relleno # 5; Cortadora Slitter.

Casa de Fuerza.- Caldero # 5; Caldero # 6; Extractor de Niebla.

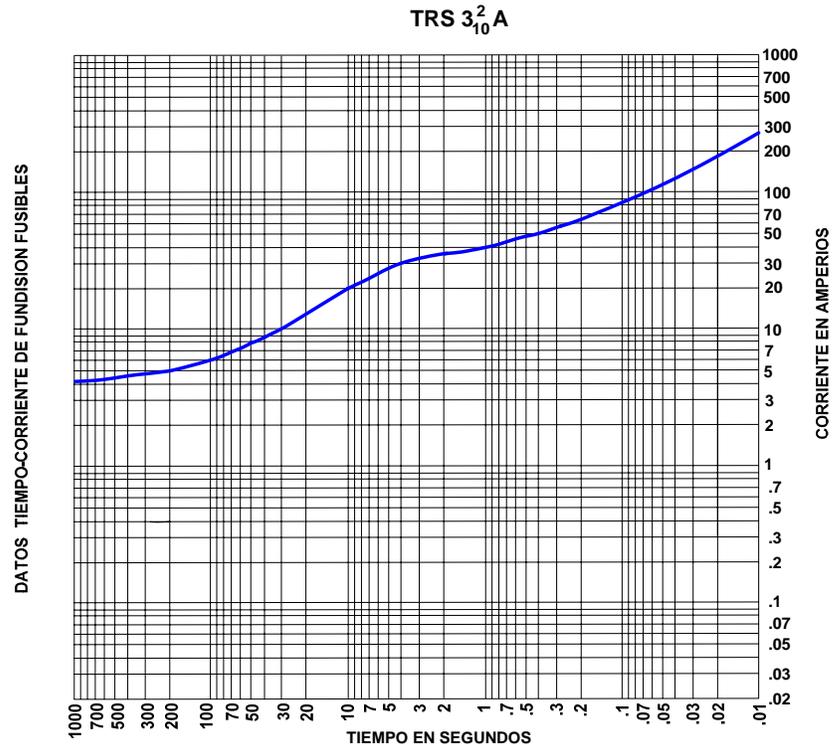


Figura 23

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 4 A

Segundo piso mixer.- Motor # 2 sistema de refrigeración cámara; Motor # 3 sistema de refrigeración cámara; Transportador de balanza toledo; Transportador de alimentación a mixer; Blending roll, molino alimentador 84".

Calandria.- Motor de traslación, sistema de tecele de estación de carga; Transportador molino 60", alimentador - molino 84", alimentador; Transportador molino 84", alimentador - molino 60", alimentador; Tecele de carga # 1 Rack Fifo.

Preparación de Materiales.- Ply Up Machina; Cap Ply.

Vulcanización.- Conveyor prensas Prensa 5A (21 – 22); (23 – 24).

Casa de Fuerza.- Bombas de Com. Bunker Calderos (Caldero # 1; Caldero # 2; Caldero # 3; Caldero # 4); **Bombas de Condensado** (Bomba # 3; Bomba # 4; Bomba # 7); **Bombas Dosificadoras** (Bomba # 1 Hidracina; Bomba # 2 Hidracina); **Bombas de Agua Alimentación Clarificador** (Clarificador # 1; Clarificado # 2)

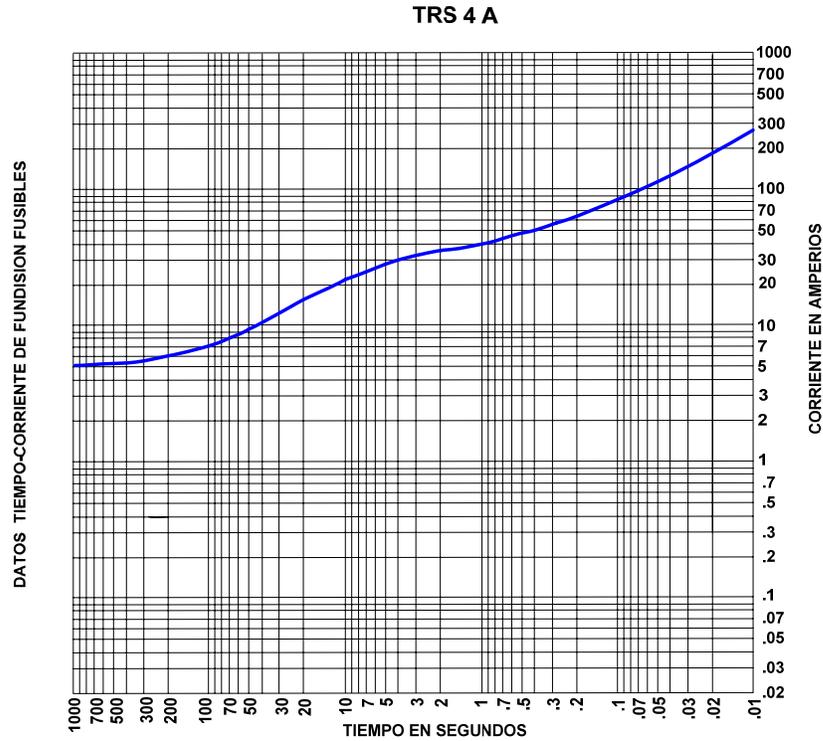


Figura 24

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 5A

Tercer piso mixer.- Tanque de aceite 455; Tanque de aceite 388.

Segundo piso mixer.- Sistema de lubricación; Moto-reductor #1, dosificador balanza de pesaje de negro de humo; Moto-reductor # 3, dosificador balanza de pesaje de negro de humo 708; Moto-reductor # 4, dosificador balanza de pesaje de negro de humo 250; Moto-reductor balanza transportadora; Moto-reductor Transportador alimentador del mixer; Sistema lubricación guardapolvos de cámara.

Preparación de Materiales.- Embanderadora # 1.

Casa de Fuerza.

Bombas de Condensado (Bomba # 1; Bomba # 2; Bomba B; Bomba A.); **Agitadores**
(Compresor # 1 G.D.)

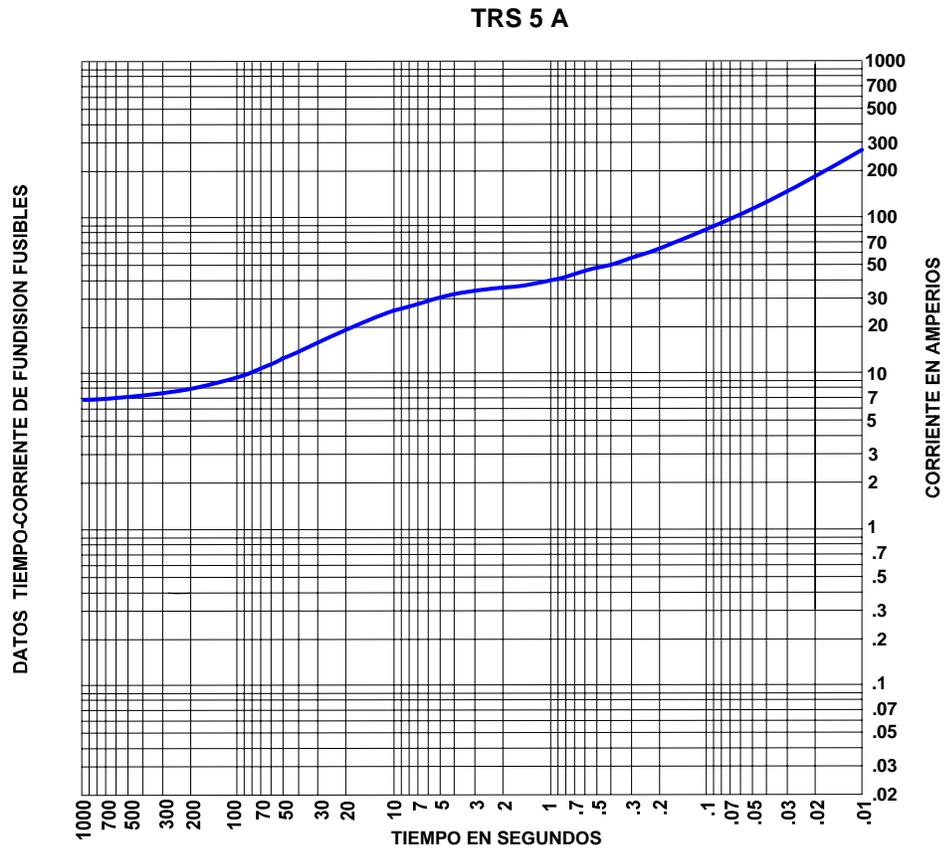


Figura 25

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 6A

Casa de cementos.- Mezclador para cemento # 1; Mezclador para cemento # 4.

Segundo piso mixer.- Sistema hidráulico cuña y compuerta de descarga.

Terraza.- Transportador tornillo sin fin.

Casa de Fuerza.

Bombas Agua Filtrada Captación (Bomba # 1; Bomba # 2); **Bombas de Agua Clarificada** (Bomba # 1; Bomba # 2); **Bombas de Agua Alimentación Clarificador** (Bombas de Alimentación al reservorio.)

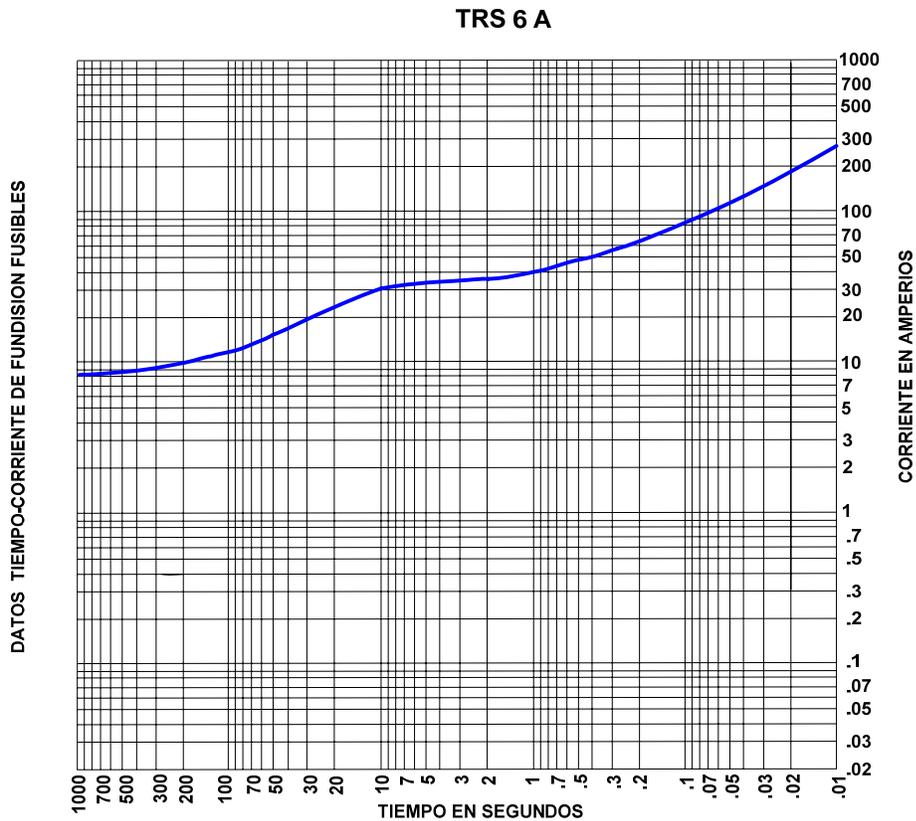


Figura 26

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 8A

Tercer piso mixer.- Tanque de aceite de proceso 547.

Segundo piso mixer.- Sist. Hidráulico para cuña y compuerta de descarga; Motor # 1 sistema de refrigeración cámara; Motor, sistema lubricación de reductor; Motor #

2, sistema pesaje de aceite de proceso; Moto-reductor # 2, dosificador balanza de pesaje de negro de humo.

Calandria.- Sistema hidráulico Acumulador # 1; Sistema hidráulico de empalmadora; Motor de bomba Sistema de Recirculación de Condensado.

Recepción de Aceite.- Motor de bomba # 3.

Ascensor hidráulico Montgomery.- Sistema hidráulico # 1; Sistema hidráulico # 2

Casa de Fuerza.- Bombas Recirculación (Recirculación D.M.Z. # 1; Recirculación D.M.Z. # 2.); **Bombas de Com. Bunker Calderos** (Caldero A; Caldero B); **Bombas de Enfriamiento Grupo Diesel** (Bomba # 1 del grupo # 2; Bomba # 2 del grupo # 2; Bomba # 1 del grupo # 2; Bomba # 2 del grupo # 3.); **Agitadores** (Compresor # 2 G.D.); **Bombas Dosificador** (Dosificador # 1; Dosificador # 2).

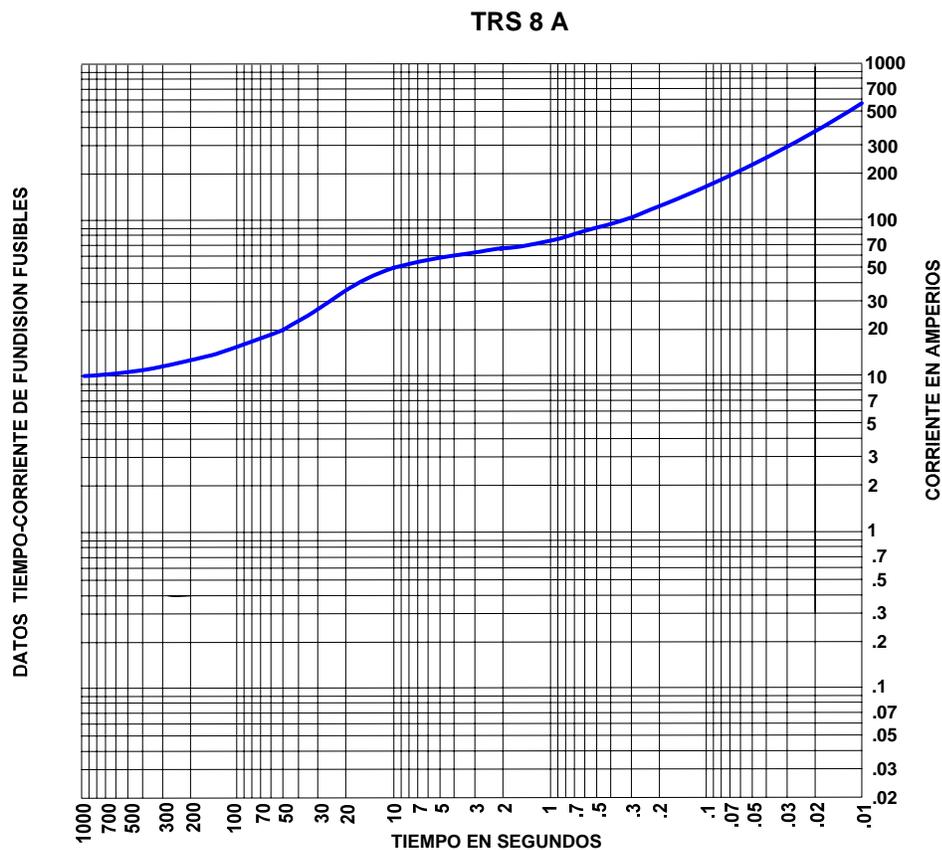


Figura 27

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 10A

Segundo piso mixer.- Motor # 1, sistema pesaje de aceite de proceso; Motor # 1, balanza de pesaje de aceite de proceso; Motor # 2, balanza de pesaje de aceite de proceso.

Calandria.- Sistema hidráulico de la calandria 2; Moto-reductor anterior enrollador gomas; Moto-reductor posterior enrollador gomas.

Tanques de Aceite.- Motor de bomba Tanque de Aceite proceso 547 (shell); Motor de bomba Tanque de Aceite proceso 455 (móvil); Motor de bomba Tanque horiz. De Aceite; Motor de bomba Tanque de Aceite proceso 547 (Texaco 9600 Gls); Motor de bomba Tanque de Aceite proceso 547 (Texaco 9500 Gls); Motor de bomba Tanque de Aceite proceso (shell 10300 Gls).

Casa de Fuerza.- Bombas de Retorno A.F.A.P.(Bomba de Condensado.); **Calderos** (Caldero # 1; Caldero # 2.); **Bombas Drenaje** (Bomba # 3).

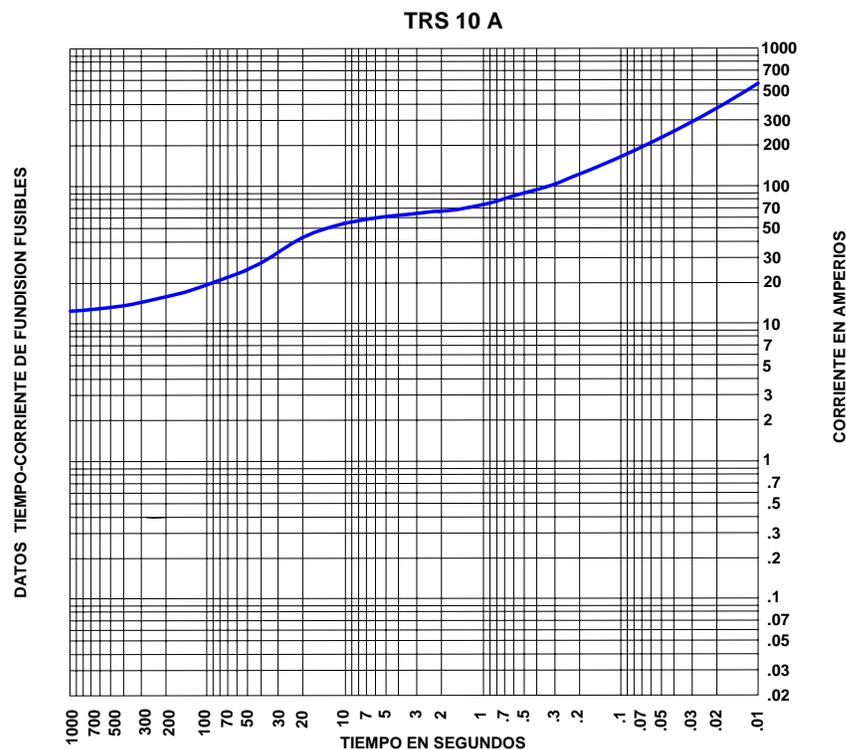


Figura 28

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 12A

Calandria.- Moto-reductor derecho enrollador de gomas; Moto-reductor izquierdo enrollador de gomas.

Preparación de Materiales.- Slitter de Caucho.

Casa de Fuerza.

Bombas Drenaje (Bomba # 2); **Bombas de Transferencia** (Transferencia # 1; Transferencia # 2; Transferencia # 3).

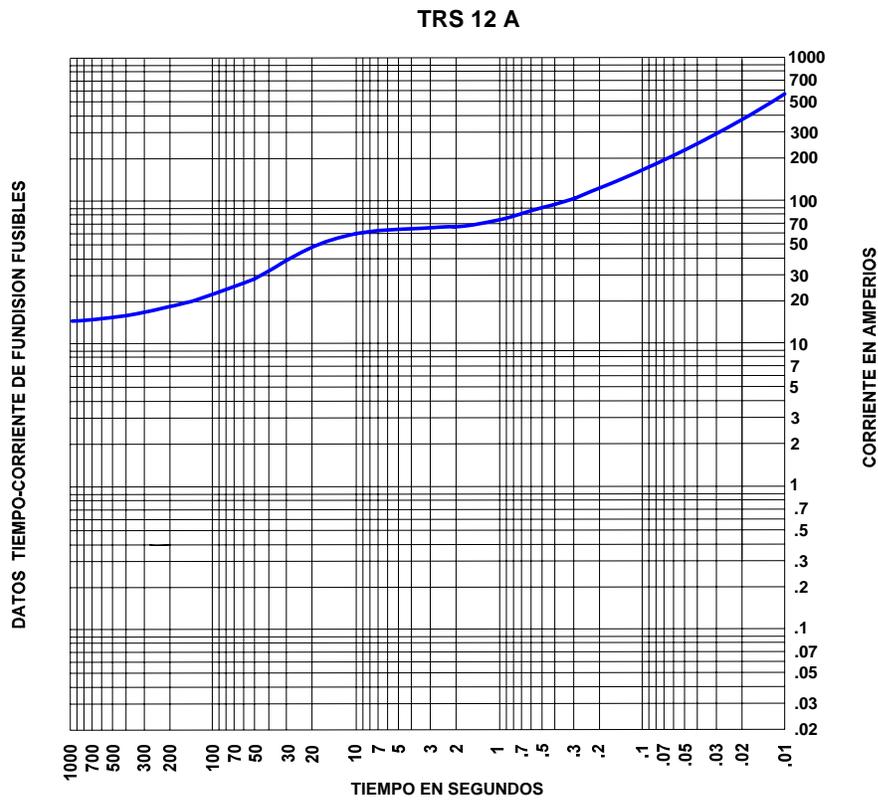


Figura 29

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 15A

Vulcanización.- Transportadores (Prebodega).

Casa de Fuerza.

Bombas Torre de Enfriamiento (Bomba # 1; Bomba # 2; Bomba # 3); **Bombas de Condensado** (Bomba # 5; Bomba # 6).

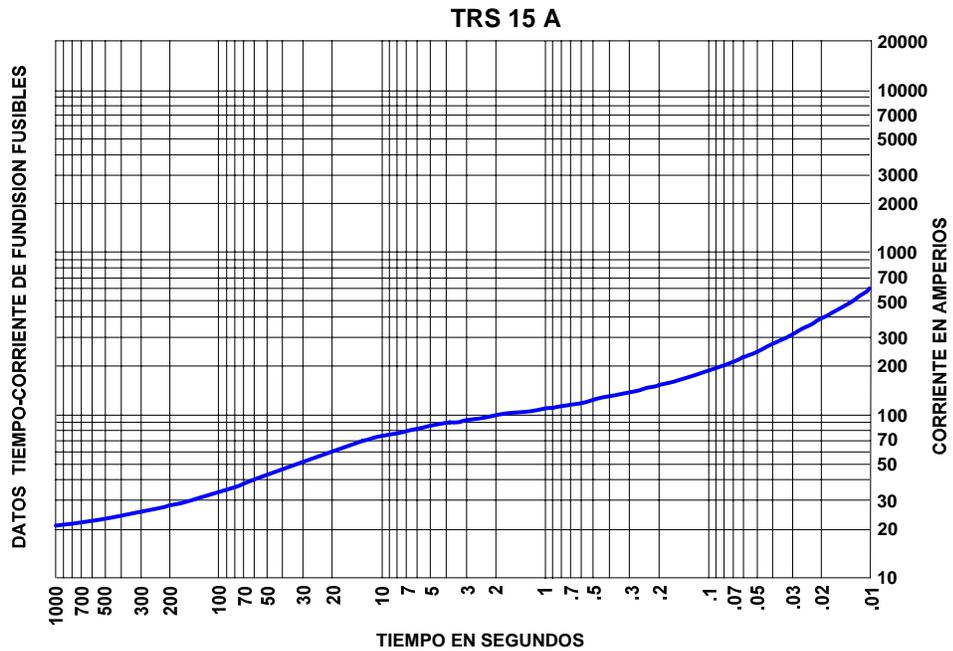


Figura 30

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 17.5A

Tablero del molino 84.

Vulcanización.- Prensa 7A: 5 – 6; 21 – 22.

Casa de Fuerza.

Bombas de Agua Desaireador (Bomba # 1); **Bombas D.M.Z. (Desmineralización)**
Suministro de Agua al Desaireador # 1, Suministro de Agua al Desaireador # 2.

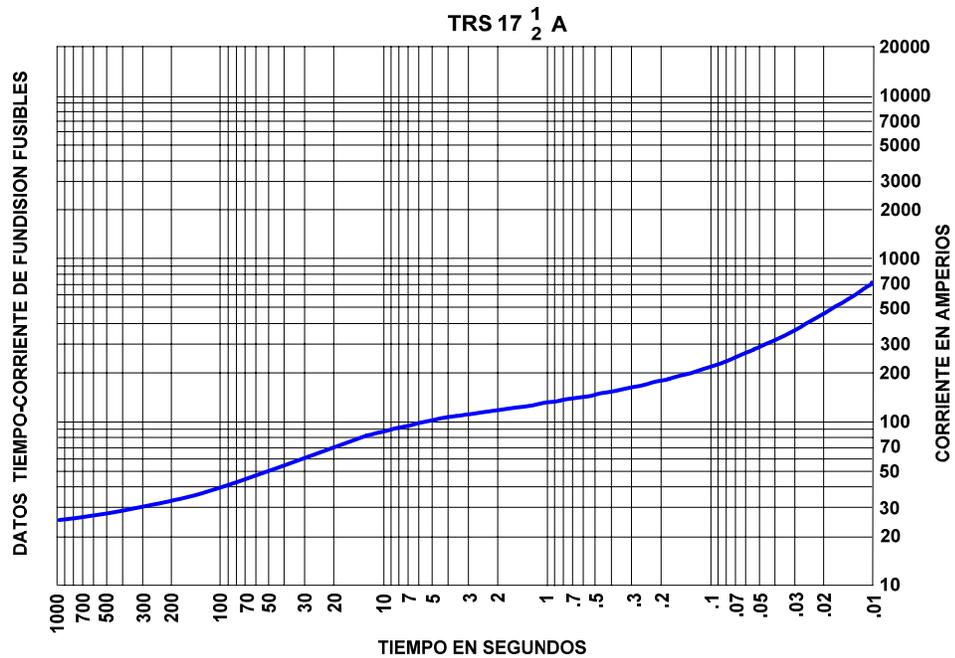


Figura 31

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 20A

Tercer piso mixer.- Motores teclé para desplazamiento y para carga y descarga.

Recepción de Aceite.- Motor de bomba # 1.

Terraza.- Soplador de motor Mixer # 1; *Motores Filtro Colector de humo # 2*(Motores Absorbedor de gases Molino # 2.)

Transportadores de molino 84 Tubera doble.

Vulcanización.- Prensa 7A 1 – 2; 3 – 4; 7 – 8; 9 – 10; 11 – 12; 17 – 18; 23 – 24.

Casa de Fuerza.

Bombas A.C.P. Desaireador (emergencia); **Bombas Agua Potable.** Bomba vertical;
Bombas A.C.P. Desaireador (emergencia).

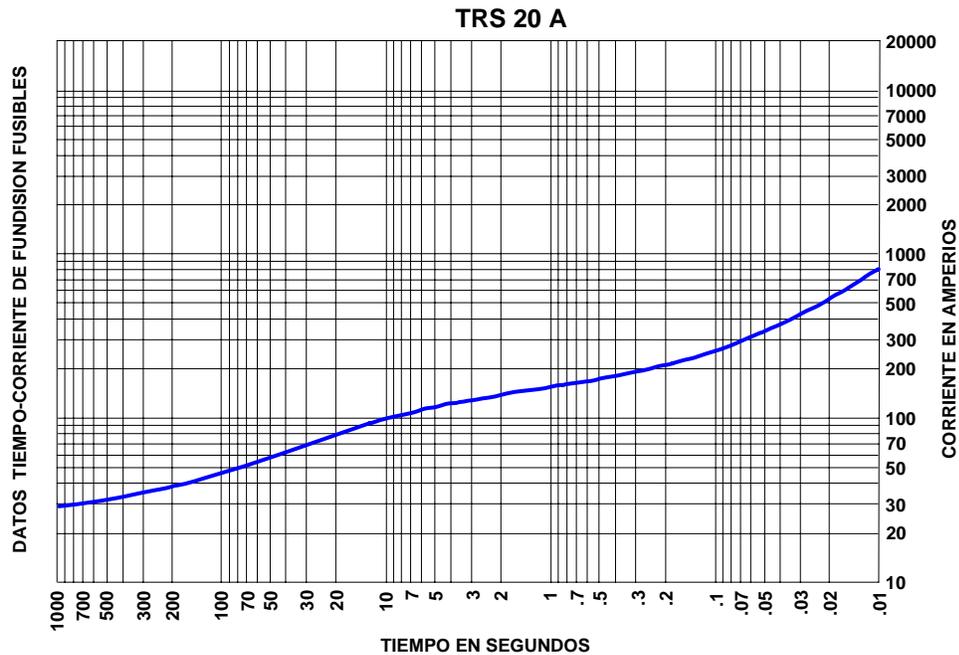


Figura 32

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 30A.

Calandria.- Mesa enrolladora de gomas; Transportador acumulador # 2 – enrolladoras.

Vulcanización.-Rebarbeadoras, Transportadores y Carrusel, Bomba de Retorno APC1; Bomba de Retorno APC1.

Casa de Fuerza.

Bombas de Retorno A.F.A.P. Bomba de Retorno # 1; Bomba de Retorno # 2;
Ventilador Torre de Enfriamiento Ventilador 1; **Ventilador Compresor** Ventilador 1; Ventilador 2; **Bombas Turbina ABB.** Bomba Auxiliar de Aceite; Motor dispositivo virador de Turbina

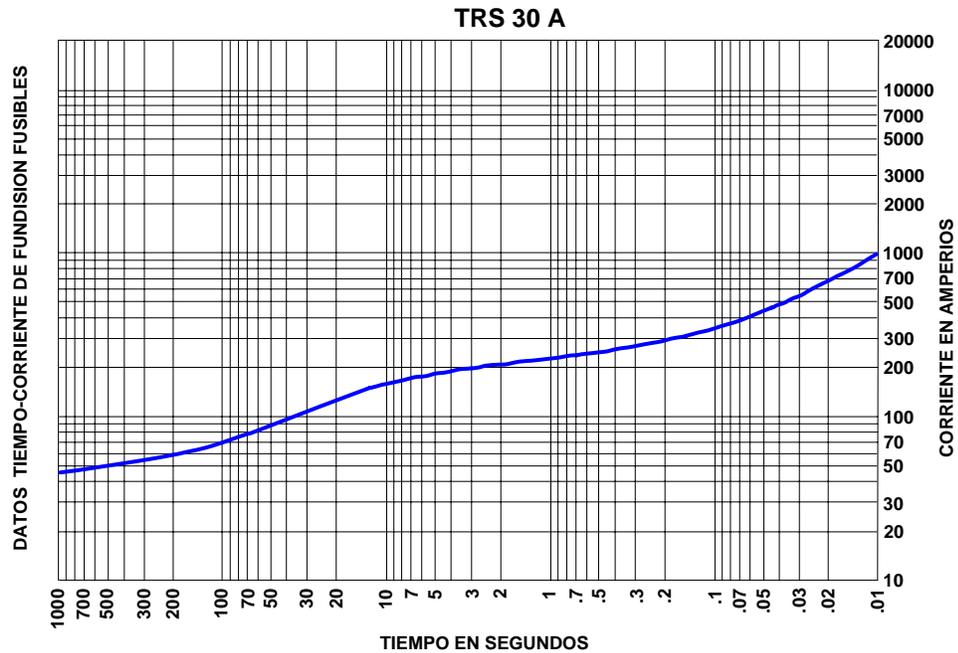


Figura 33

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 40A

Tablero de control Batch off # 2.

Calandria.- Motor de precalandria; Motor de tambores de enfriamiento; Enrolladora # 1; Enrolladora # 2.

Terraza.- Motor Absorvedor de negro de humo Câmara Mixer # 1; Motor Absorvedor de negro de humo Câmara Mixer # 2.

Vulcanización.

Prensa 2A: 7 – 8; 9 – 10; 13 – 14; **Prensa 5A:** 1 – 2; 3 – 4; 5 – 6; 7 – 8; 9 – 10; 11 – 12; 13 – 14; 17 – 18; 19 – 20; 21 – 22; 23 – 24; **Bomba de Agua Fría PU4; Bomba de Agua Fría PU5.**

Casa de Fuerza.

Bombas Alimentación Calderos Caldero # 2; *Bombas A.C.P.* Retorno # 1; Retorno # 2; *Ventilador Torre de Enfriamiento* Ventilador 2.

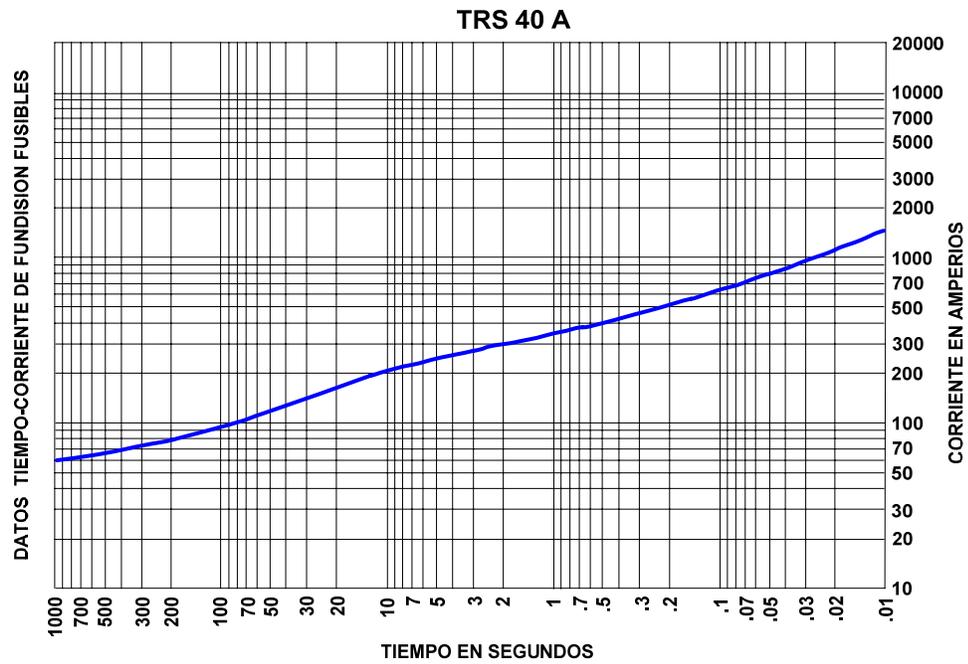


Figura 34

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 45A

Casa de Fuerza.

Bombas Alimentación Calderos Caldero # 1; Caldero # 3; *Bombas Reservorio (contra-incendios)* Bomba # 1; Bomba # 2; Bomba # 3; Bomba # 4

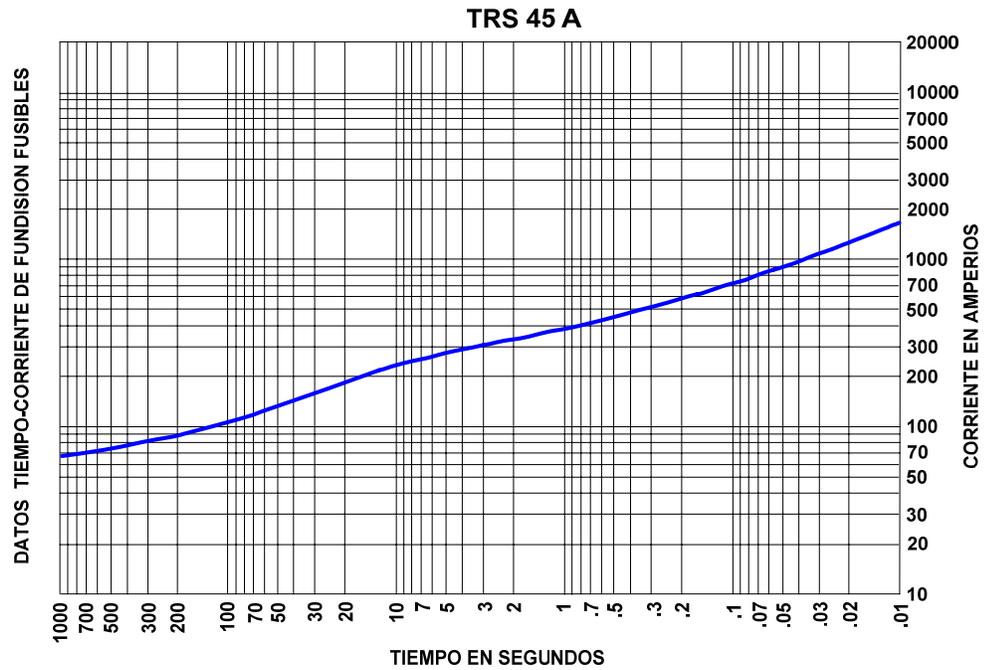


Figura 35

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 50A

Ascensor hidráulico Montgomery.

Tablero de control Batch off # 1

Vulcanización.-

Prensa 1B: 1 – 2; 3 – 4; 5 – 6; 7 – 8; 9 – 10; 11 – 12; *Prensa 2B:* 1 – 2; 3 – 4; 5 – 6;

Prensa 2A: 11- 1 2; 15 – 16; *Prensa 3B* 9 – 10; *Prensa 4B:* 1 – 2; 3 – 4; 5 – 6; 7 – 8;
9 – 10; 17 – 18.

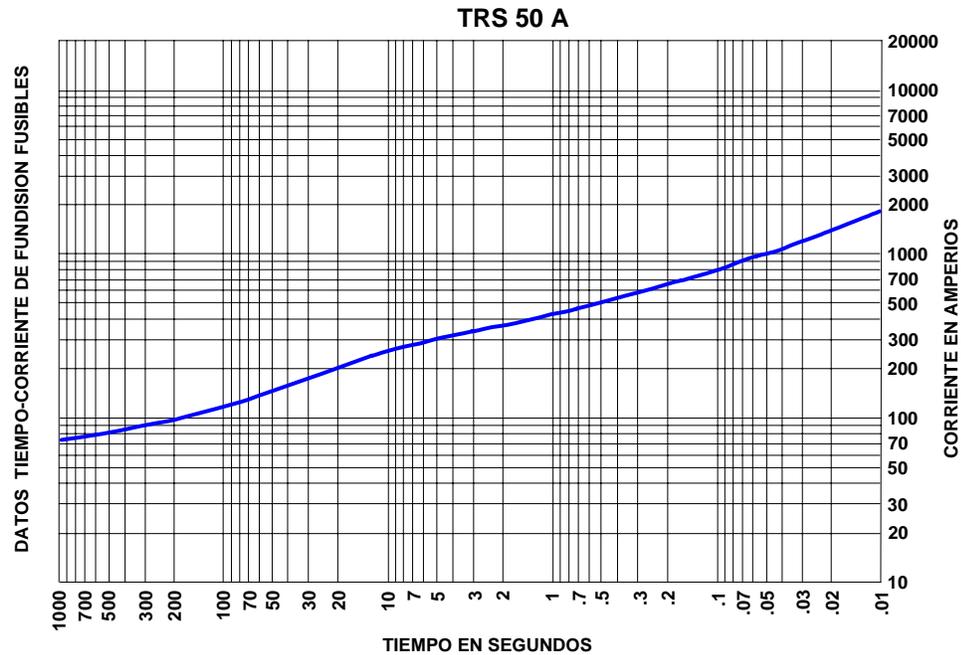


Figura 36

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 60A

Preparación de Materiales.- Motores Extrusora de relleno 2 1/2" # 2 en caliente.

Vulcanización.-

Prensa 2A: 1 – 2; 3 – 4; 5 – 6; **Prensa 3B:** 3 – 4; 5 – 6; 7 – 8; 11 – 12; 13 – 14; 15 – 16; 17 – 18; 19 – 20; **Prensa 4B:** 11 – 12; 13 – 14; 15 – 16; **Prensa 5A** 15 – 16; **Prensa 7A:** 13 – 14; 15 – 16; 19 – 20; **Lavadora de Moldes.**

Casa de Fuerza.

Bombas Alimentación Calderos Caldero # 4; **Bombas A.C.P.** Agua Caliente de Proceso # 1; Agua Caliente de Proceso # 2; Agua Caliente de Proceso # 3; **Bombas Reservorio (contra-incendios)** Bomba Surtidores.

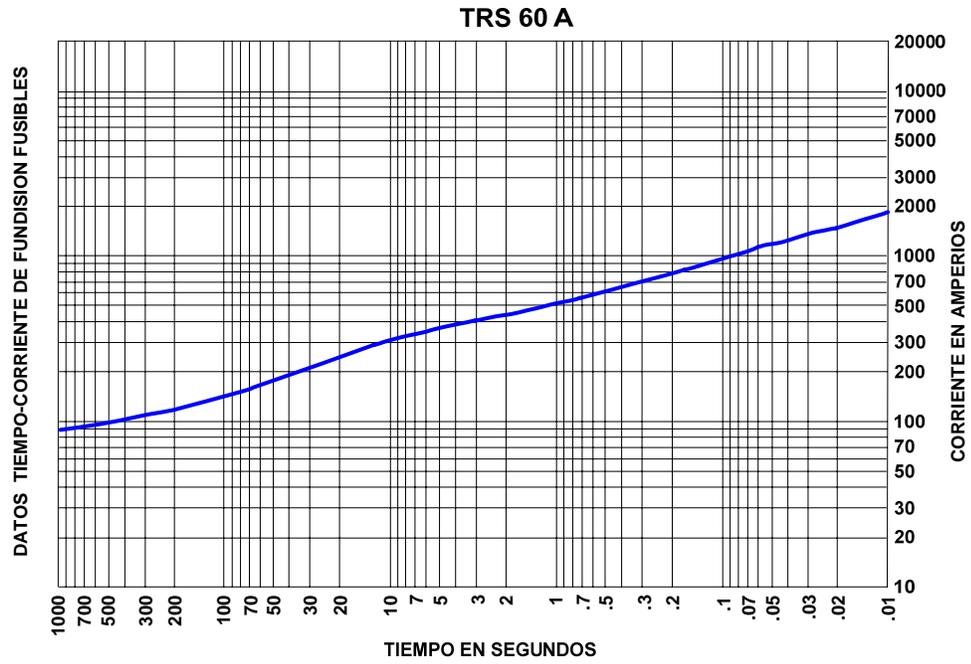


Figura 37

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 80A

Motores Batch Off # 3, Línea Transportadora de la Tubera 3.

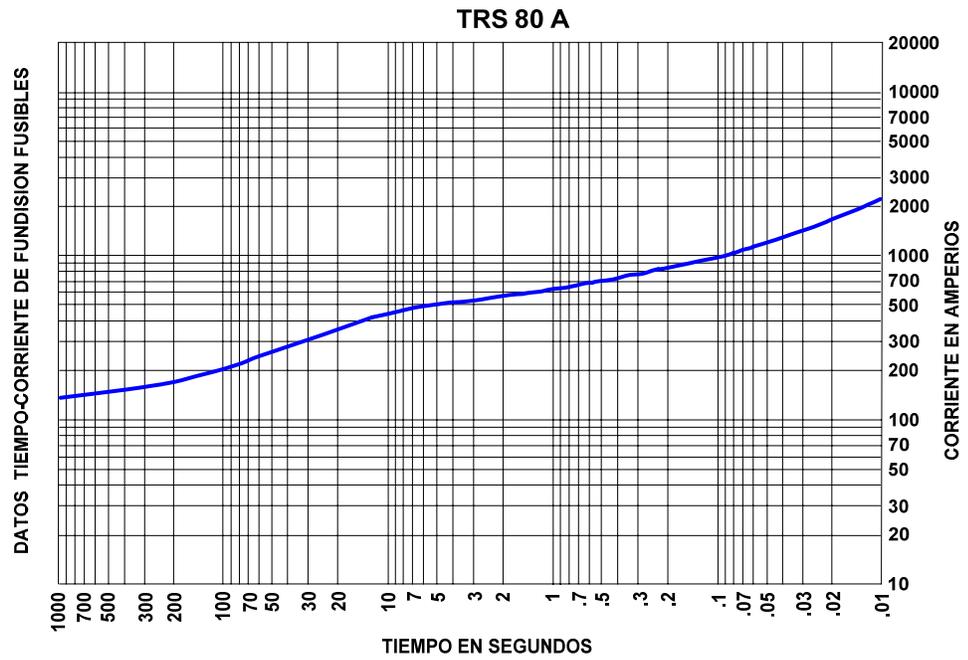


Figura 38

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 100A

Casa de Fuerza.- Calderos Caldero # 3.

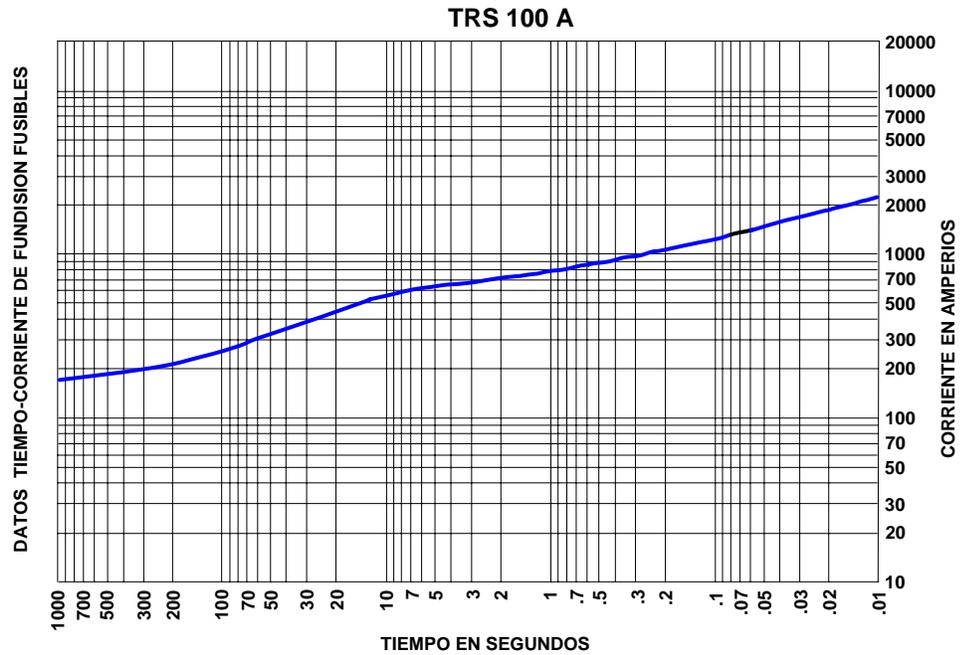


Figura 39

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 125A

Preparación de Materiales

Extrusora de Relleno en la Tubera 2 1/2"

Casa de Fuerza.-

Bomba Agua de Enfriamiento.- Bomba # 1; Bomba # 2.

Bombas Alimentación Caldero.- Caldero # 5.

Agitadores.- Compresor # 1; Compresor # 2.

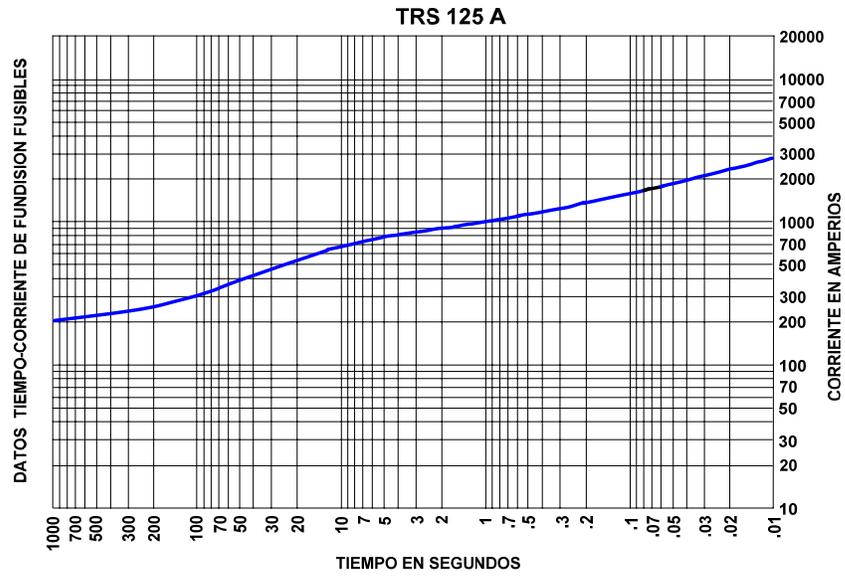


Figura 40

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 175A

Casa de Fuerza.- Bombas A.F.A.P. (Agua fría Alta Presión # 1; Agua fría Alta Presión # 2; Agua fría Alta Presión # 3).

Preparación de Materiales.- Steelastic: # 1; # 2; # 3

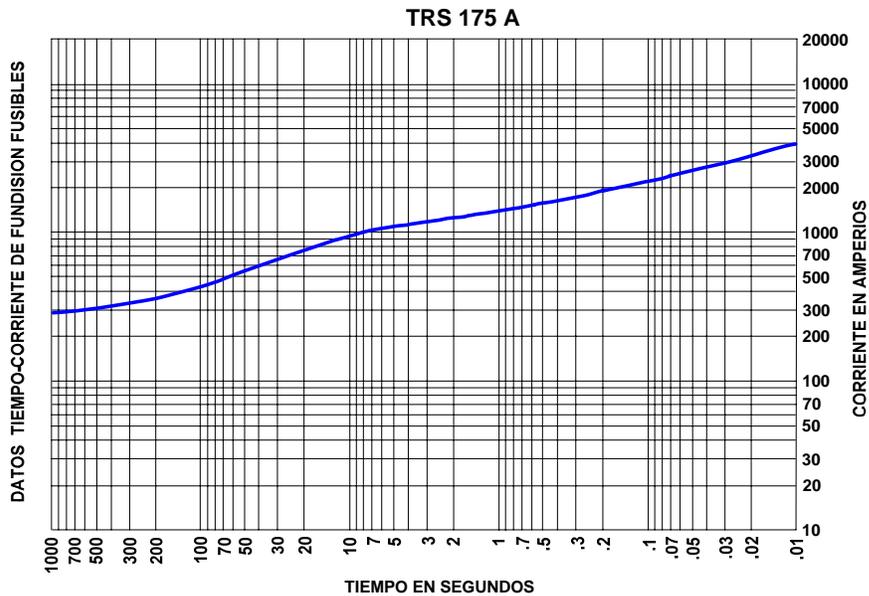


Figura 41

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 200A

Casa de Fuerza.- Bombas Sistema (contra-incendios) Casa Bomba contra-incendios; Calderos Caldero # 4; Bombas Dosificador Ventilador Tiro Forzado DZ; English Electric # 4.

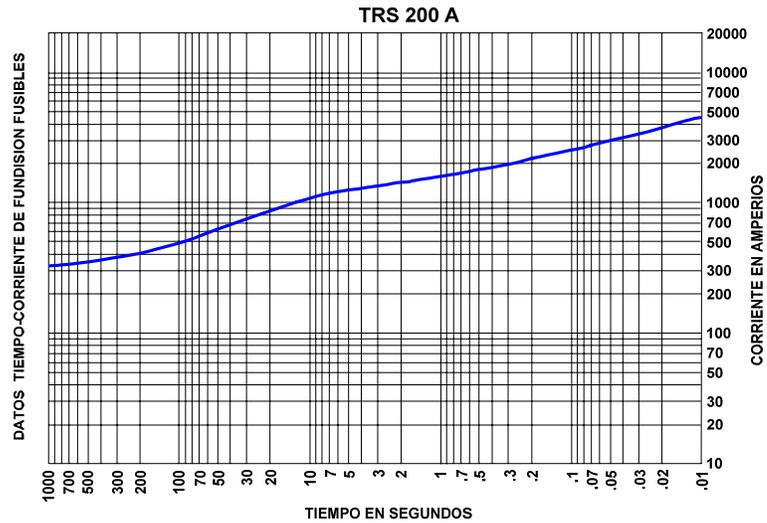


Figura 42

“American Power fuses Tri-Onic TRS (Class RK5 TD)” 250A

Línea Transportadora de la Tubera; Extrusora # 3

Casa de Fuerza.- Agitador.

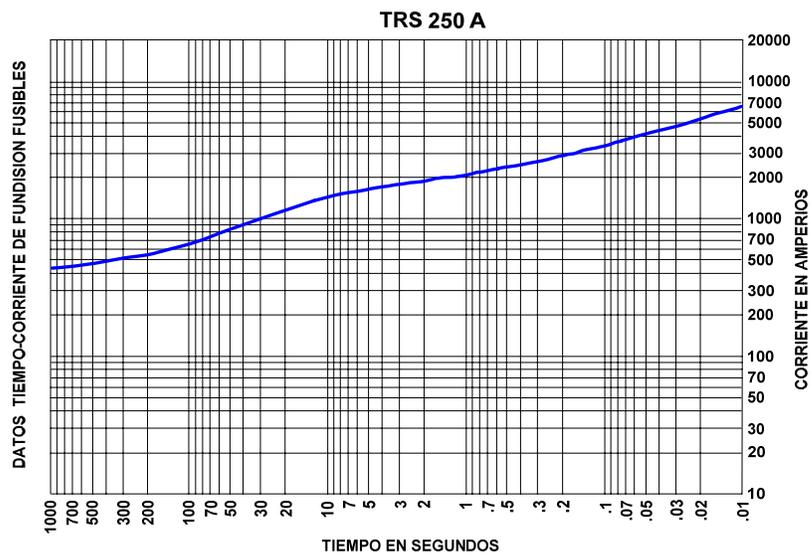


Figura 43

Taller mecánico.

“DIN Fuses D0-type NEOZED” 2A.

Sierra Alternativa; Taladro de Pedestal; Fresadora # 1; Esmeril.

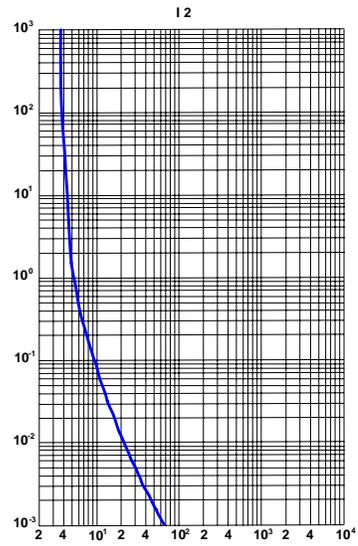


Figura 44

“DIN Fuses D0-type NEOZED” 4A.

Rectificadora; Fresadora # 2; Torno # 2; Torno # 4; Comprobación de Tambores.

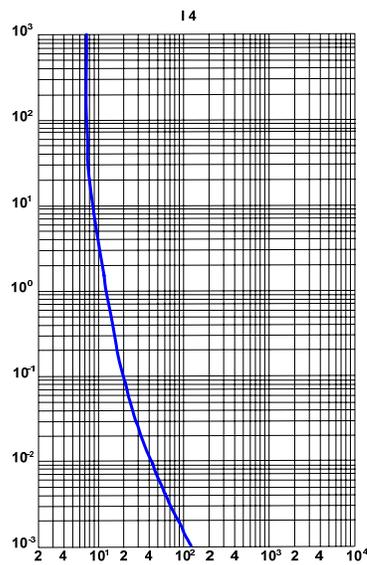


Figura 45

“DIN Fuses D0-type NEOZED” 6A.

Mesa para Soldar; Limadora.

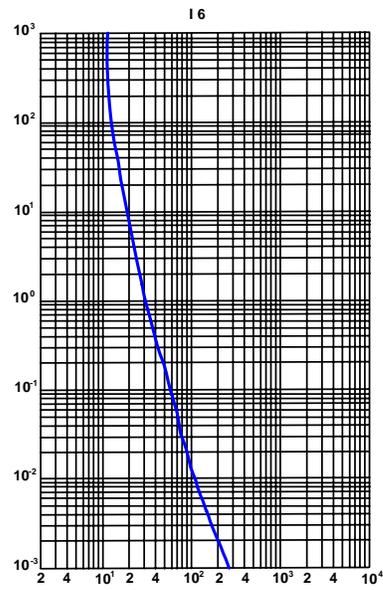


Figura 46

“DIN Fuses D0-type NEOZED” 10A.

Taladro Radial.

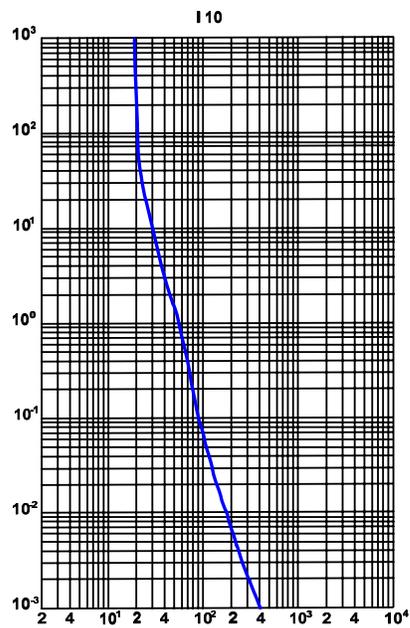


Figura 47

“DIN Fuses D0-type NEOZED” 16A.

Torno # 1.

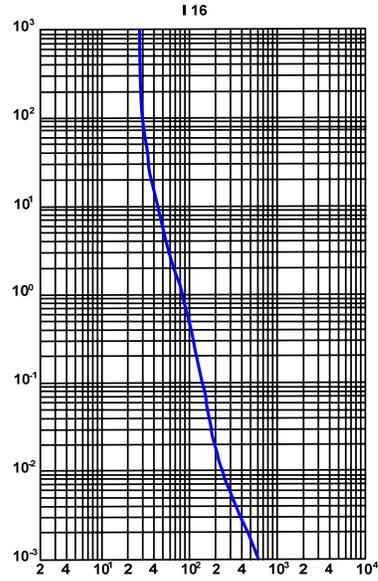


Figura 48

“DIN Fuses D0-type NEOZED” 35A.

Torno Vertical; Torno # 3.

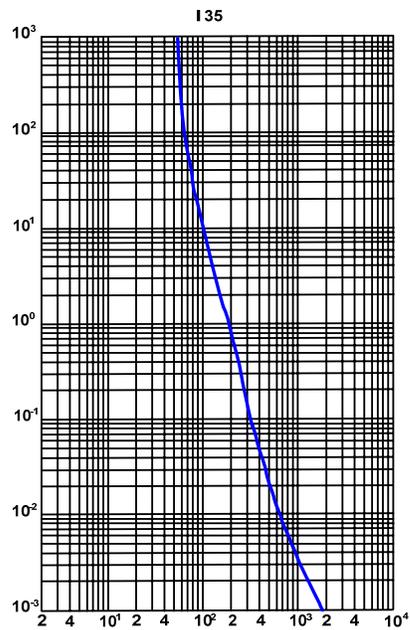


Figura 49

Interruptores termomagnéticos de caja moldeada “MERLIN GERIN” 15 – 30A.

Construcción.- NRM – 88: B1; B2; B5; R1; R2; R3; R6; Cortadora Horizontal.
ASM – 260: # 1; # 2; # 3; # 4; ASM – 146: # 1; # 2; Constructora de Bandas 1982;
Constructora de Bandas 1983; Slitter; Transportadores (Área de Construcción)

Casa de Fuerza.- Bomba de Bunker 1A Tanque # 1; Bomba de Bunker 1B Tanque # 1M Bomba de Bunker Tanque # 2; Bomba de Bunker Tanque # 3; Bomba de Bunker Tanque # 4; Bomba recepción diesel; Bomba de aditivo Bunker; Bomba Mezclado Tanque # 7; Bomba despacho Kerex; **Bombas Drenaje:** Bomba # 1

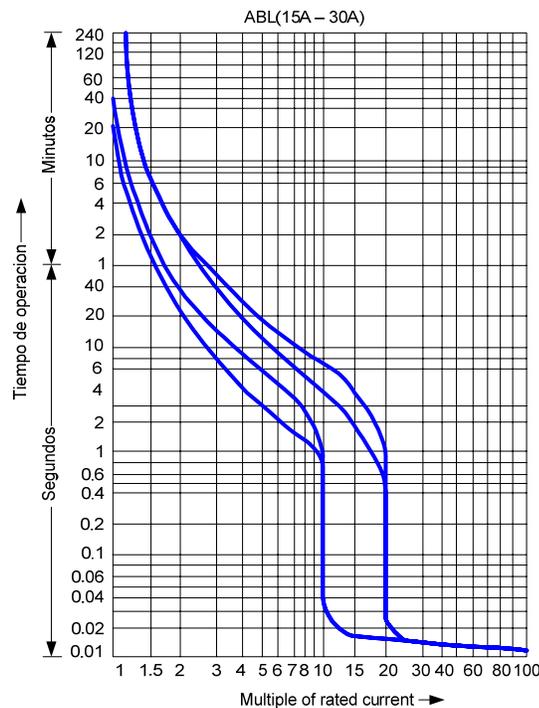


Figura 50

Interruptores termomagnéticos de caja moldeada “MERLIN GERIN” 40 – 100A.

Construcción.- NRM - 59 J: # 1; # 2; # 3; NRM - 95 # 1; # 2; # 3; # 4; # 5; # 6;
NRM – 75: # 1; # 2; NRM – 88: B3; B4; R4; R5; R8; R9; High Table # 1; High Table # 2; EXP # 1; EXP # 2; EXP # 3; EXP # 4; EXP # 5; EXP # 6; EXP # 7.

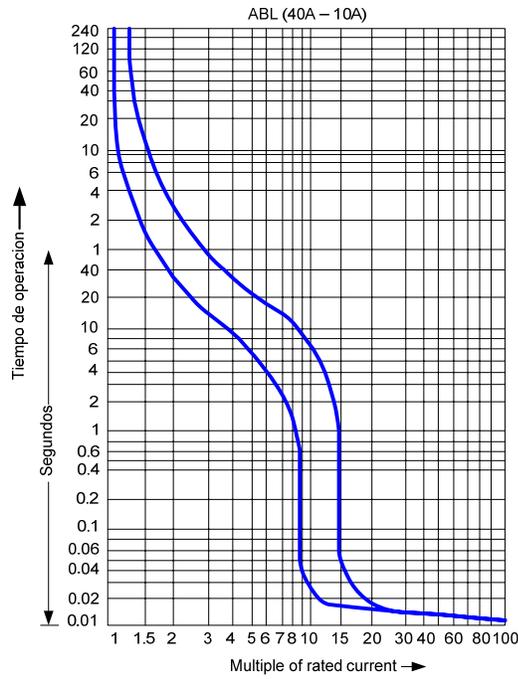


Figura 51

Interruptores termomagnéticos de caja moldeada “MERLIN GERIN” 200A.

Construcción.- NRM - 88 – R7; Aachen Cuter.

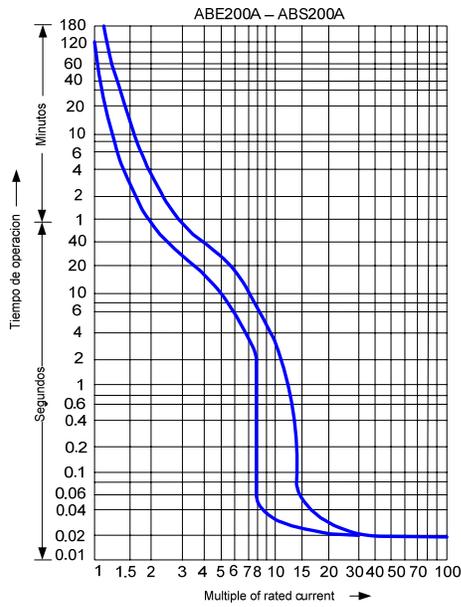


Figura 52

Interruptores termomagnéticos de caja moldeada “MERLIN GERIN” ABS 1200A.

Motores Roller Head

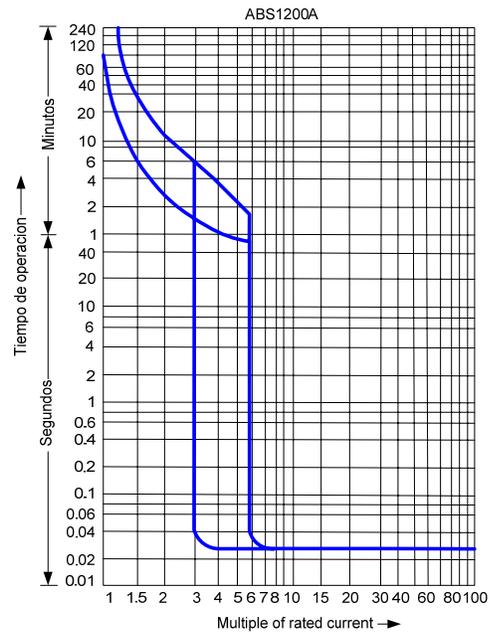


Figura 53