Traducido del inglés al español - www.onlinedoctranslator.com

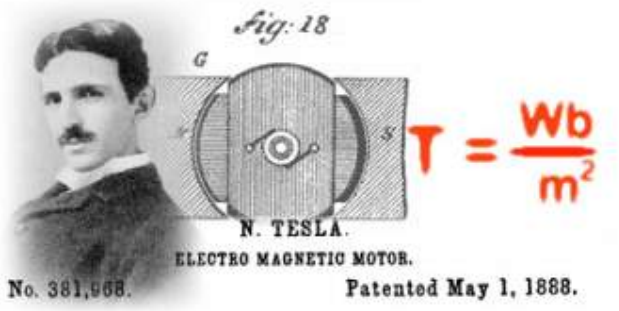
Principios de protección del motor

Craig Wester
GE Multilin
Craig.Wester@GE.com

Historia y hechos del motor

- La primera patente estadounidense para un motor se concedió a Thomas Davenport en 1837.

- En 1888, Nikola Tesla patentó el primer motor polifásico de CA.



- Hoy en día, en América del Norte hay más de mil millones de motores en servicio.

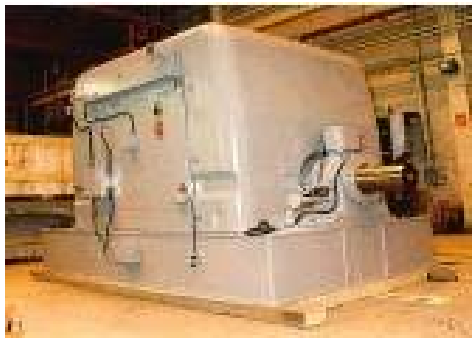
- Los motores consumen el 25% de la electricidad en América del Norte.

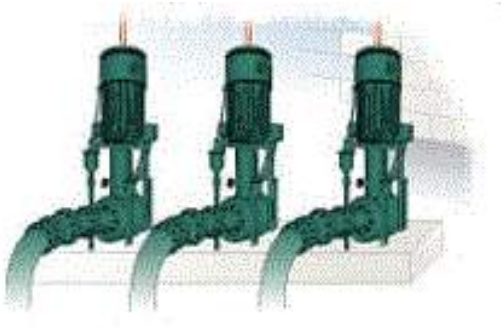
- El consumo de electricidad de los motores en el sector manufacturero es del 70%.
  En las industrias de petróleo, gas y minería alrededor del 90%.

- Los motores de inducción trifásicos de jaula de ardilla representan más del 90% del motor instalado.
  capacidad.

Diversas aplicaciones de motores industriales

- ventiladores, sopladores
- Bombas, Compresores
- Trituradoras, astilladoras
- Transportadores, Trituradoras
- Trituradoras, Mezcladoras
- Grúas, Extrusoras
- Refinadores, enfriadores





Tasas y costos de fallas del motor

- La tasa de falla del motor se estima de manera conservadora entre 3% y 5% por año.
  - En la industria de la minería, la pulpa y el papel, la tasa de fallas del motor puede llegar al 12%.

- Fallas de motores divididas en 3 grupos:
  - Eléctrico (33%)
  - Mecánico (31%)
  - Ambiental, Mantenimiento y otros (36%)

- Contribuyentes al costo de fallas del motor:
  - Reparación o reemplazo
  - Desmontaje e instalación
  - Pérdida de producción

ESTUDIO IEEE		ESTUDIO EPRI		PROMEDIO
CONTRIBUIDOR DE FRACASO	%	COMPONENTE FALLADO	%	%
Sobrecarga persistente	4,20%	Aislamiento de tierra del estator	23.00	Eléctrico Fallos relacionados 33%
Deterioro normal	26,40%	Gire el aislamiento	4.00	
		Vigorizante	3.00	
		Centro	1.00	
		Jaula	5.00	
Total relacionado con electricidad	30,60%	Total relacionado con electricidad	36,00%	
Alta vibración	15,50%	Cojinetes de manguito	16.00	Mecánico Fallos relacionados 31%
Mala lubricación	15,20%	Rodamientos antifricción	8.00	
		Rodamientos de confianza	5.00	
		Eje del rotor	2.00	
		Núcleo del rotor	1.00	
Relacionados con la mecánica Total	30,70%	Relacionados con la mecánica Total	32,00%	
Temperatura ambiente alta.	3	Sellos de rodamientos	6.00	Ambiental, Mantenimiento y Otras razones Fallos relacionados 36%
Humedad anormal	5.8	Fuga de aceite	3.00	
Voltaje anormal	1.5	Marco	1.00	
Frecuencia anormal	0,6	Porciones	1.00	
Productos químicos abrasivos	4.2			
Mala ventilación Enfriamiento	3.9			
Otras razones	19.7	Otros componentes	21.00	
Relacionados con el medio ambiente y Otras razones: Total	38,70%	Relacionados con el mantenimiento y Otras Partes: Total	32,00%	

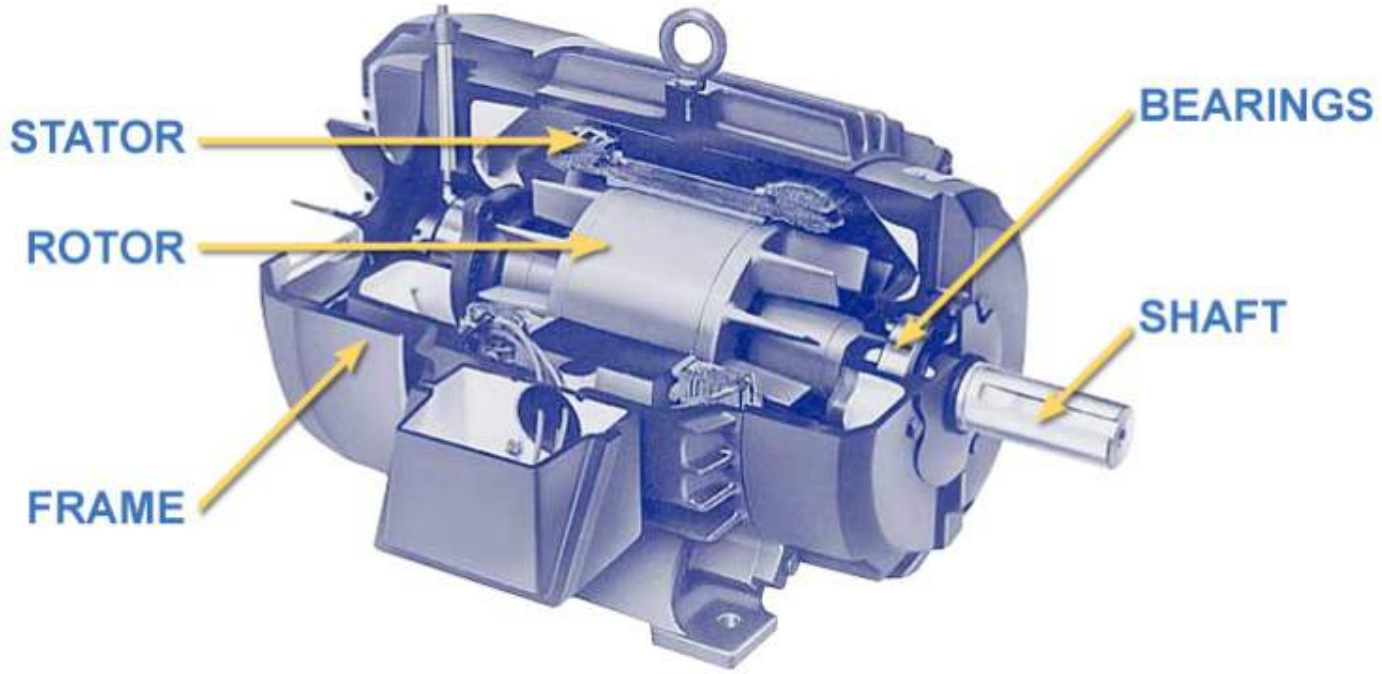
El revestimiento conformal agresivo puede reducir

Fallas ambientales

El estrés térmico provoca fallas en el motor

• La mayoría de los factores que contribuyen a las fallas del motor y los componentes fallidos del motor están relacionados con el sobrecalentamiento del motor.

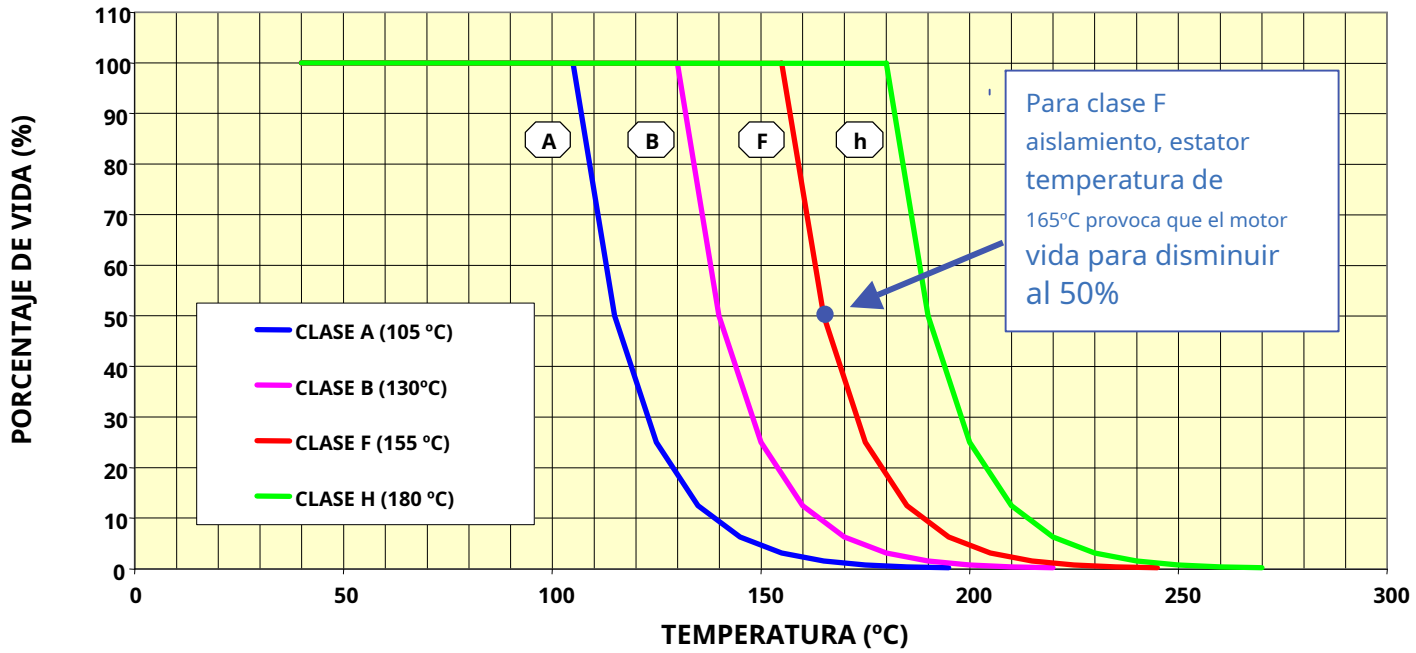
• El estrés térmico puede causar potencialmente la falla de todas las partes principales del motor: estator, rotor, cojinetes, eje y bastidor.



Riesgos de un motor sobrecalentado

- Degradación del aislamiento de los devanados del estator (para motores limitados por estator)

  La vida útil del aislamiento se reduce a la mitad si la temperatura de funcionamiento del motor supera el límite térmico en 10 °C durante cualquier período de tiempo.



- Conductores del rotor deformándose o derritiéndose (para rotor limitado: el límite térmico está definido por el tiempo de parada del motor)

Protección eléctrica de motores

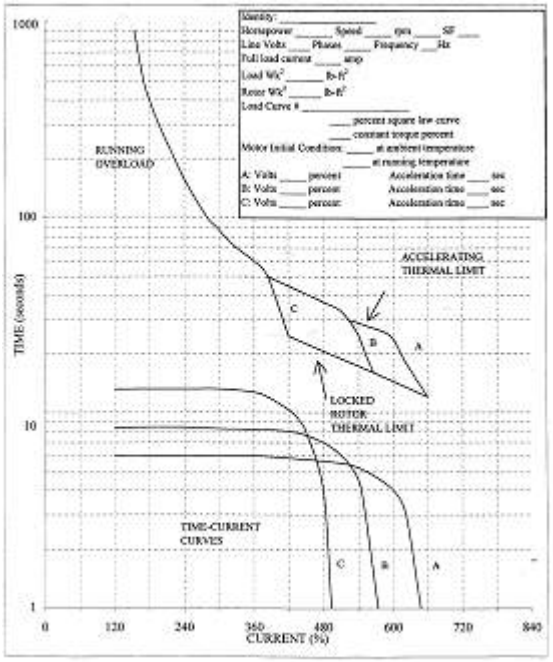
- Sobrecarga térmica
  - Proceso causado (carga excesiva)
  - Condiciones ambientales elevadas (ventilación bloqueada y caliente)
  - Problemas con el suministro de energía (desequilibrio de voltaje/corriente, armónicos)
- Fallo de fase
- Falla a tierra
- Condiciones de funcionamiento anormales
  - Sobre y bajo voltaje
  - Subfrecuencia
  - Desequilibrio de tensión y corriente
  - Pérdida de carga
  - Interferencia
  - Correr

Protección contra sobrecarga - Modelo térmico

Un motor puede funcionar sobrecargado sin que se produzca un fallo en el motor o en el suministro.

Un elemento primario de protección del motor del relé de protección del motor es el elemento de sobrecarga térmicay esto se logra mediante el modelado de imágenes térmicas del motor. Este modelo debe tener en cuenta el proceso térmico en el motor mientras el motor está arrancando, funcionando con carga normal, funcionando sobrecargado y detenido. El algoritmo del modelo térmico integra el calentamiento del estator y del rotor en un solo modelo.

- Los Principales Factores y Elementos que Conforman el Modelo Térmico son:
  - Nivel de recogida de sobrecarga
  - Curva de sobrecarga
  - Constantes de tiempo de enfriamiento en funcionamiento y detenido
  - Relación de tiempo de parada caliente/fría
  - RTD y polarización de desequilibrio
  - Máquina de estados del motor



Modelo Térmico - Estados del Motor

- ## Motor Parado:

  Corriente < umbral “0” y el contactor/disyuntor está abierto.

- ### Arranque de motores:

  El estado anterior es "Detenido" y actual > umbral "0". La corriente del motor debe aumentar a un nivel superior al del arranque de sobrecarga dentro de segundos.

- ## Motor en marcha:

  El estado anterior es "Iniciando" o "Sobrecargando" y la corriente cae por debajo del nivel de activación de sobrecarga.

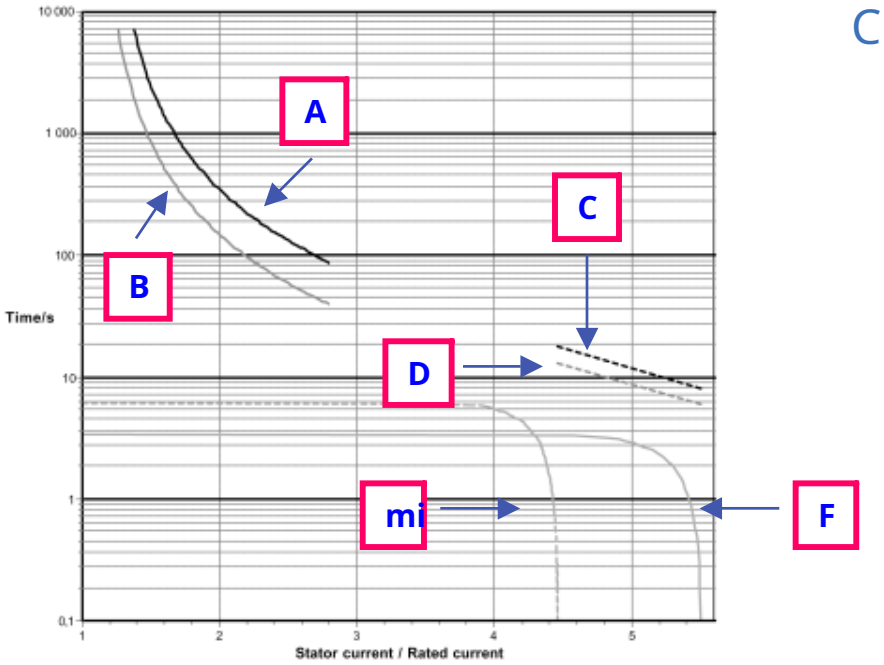
- ## Sobrecarga del motor:

  El estado anterior es "En funcionamiento" y la corriente supera el nivel de activación de sobrecarga. La capacidad térmica utilizada (TCU) comienza a acumularse durante la sobrecarga.

Curvas de límite térmico del motor

- El límite térmico del modelo está dictado por la curva de sobrecarga construida en el dispositivo de protección del motor en referencia a las curvas de daño térmico normalmente proporcionadas por el fabricante del motor.

- El dispositivo de protección del motor está equipado con un conjunto de curvas estándar y es capaz de construir curvas personalizadas para cualquier aplicación de motor.



Curvas de límite térmico:

A.Sobrecarga de funcionamiento en frío

B.Sobrecarga de funcionamiento en caliente

C.Curva de rotor bloqueado en frío

D.Curva de rotor bloqueado en caliente

MI.Curva de aceleración al 80 % de la tensión nominal

F.Curva de aceleración @100% voltaje

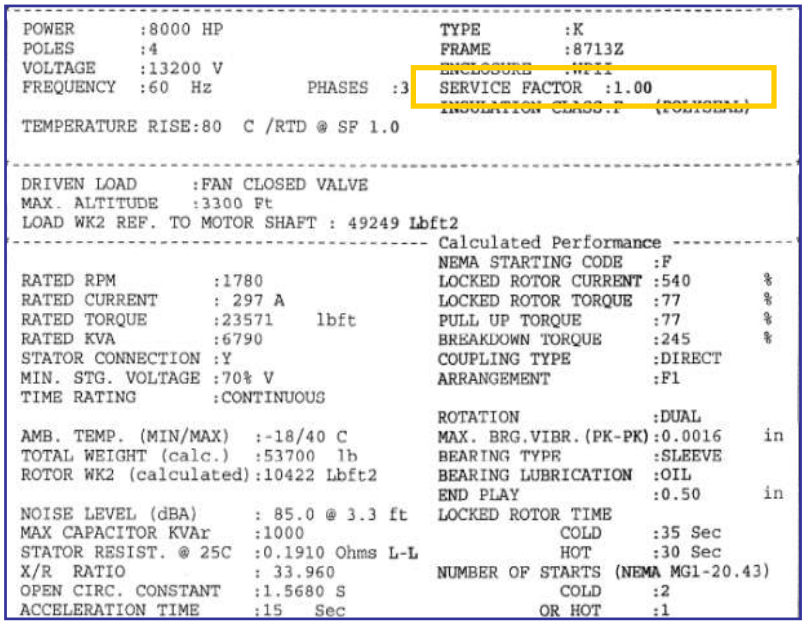
Recogida de sobrecarga térmica

- Establecer al máximo permitido por el factor de servicio del motor.

- Establecer ligeramente por encima del factor de servicio del motor entre un 8% y un 10% para tener en cuenta los errores de medición

- Si se utiliza la polarización RTD del modelo térmico, la configuración de sobrecarga térmica se puede establecer en un valor más alto

- Nota: los cables de alimentación del motor normalmente tienen un tamaño de 1,25 veces la corriente nominal de carga completa del motor, lo que limitaría el ajuste de activación de sobrecarga del motor a un máximo de 125%.



POWER	:8000 HP	TYPE	:K
POLES	:4	FRAME	:8713Z
VOLTAGE	:13200 V	ENCLOSURE	:WPII
FREQUENCY	:60 Hz PHASES :3	SERVICE FACTOR	:1.00
		INSULATION CLASS:F (TOLVOSEAL)	

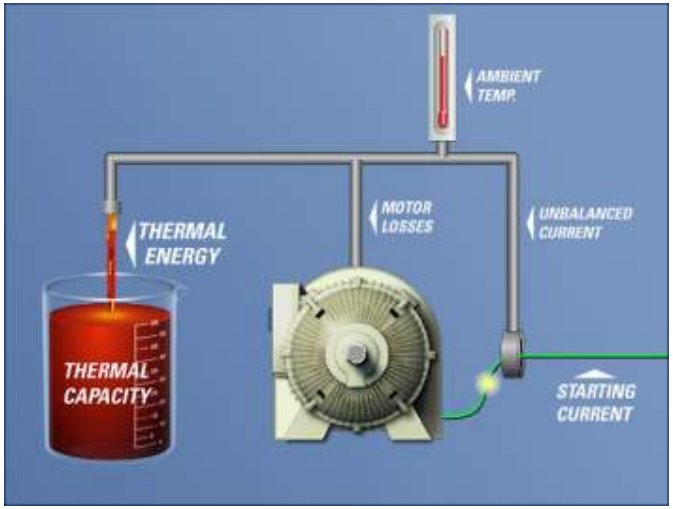
TEMPERATURE RISE:80 C /RTD @ SF 1.0

DRIVEN LOAD	:FAN CLOSED VALVE			
MAX. ALTITUDE	:3300 Ft			
LOAD WK2 REF. TO MOTOR SHAFT	: 49249 Lbft2			
		Calculated Performance		
		NEMA STARTING CODE	:F	
RATED RPM	:1780	LOCKED ROTOR CURRENT	:540	%
RATED CURRENT	: 297 A	LOCKED ROTOR TORQUE	:77	%
RATED TORQUE	:23571 lbft	PULL UP TORQUE	:77	%
RATED KVA	:6790	BREAKDOWN TORQUE	:245	%
STATOR CONNECTION	:Y	COUPLING TYPE	:DIRECT	
MIN. STG. VOLTAGE	:70% V	ARRANGEMENT	:F1	
TIME RATING	:CONTINUOUS			
		ROTATION	:DUAL	
AMB. TEMP. (MIN/MAX)	:-18/40 C	MAX. BRG.VIBR.(PK-PK)	:0.0016	in
TOTAL WEIGHT (calc.)	:53700 lb	BEARING TYPE	:SLEEVE	
ROTOR WK2 (calculated)	:10422 Lbft2	BEARING LUBRICATION	:OIL	
		END PLAY	:0.50	in
NOISE LEVEL (dBA)	: 85.0 @ 3.3 ft	LOCKED ROTOR TIME		
MAX CAPACITOR KVAr	:1000	COLD	:35 Sec	
STATOR RESIST. @ 25C	:0.1910 Ohms L-L	HOT	:30 Sec	
X/R RATIO	: 33.960	NUMBER OF STARTS (NEMA MG1-20.43)		
OPEN CIRC. CONSTANT	:1.5680 S	COLD	:2	
ACCELERATION TIME	:15 Sec	OR HOT	:1	

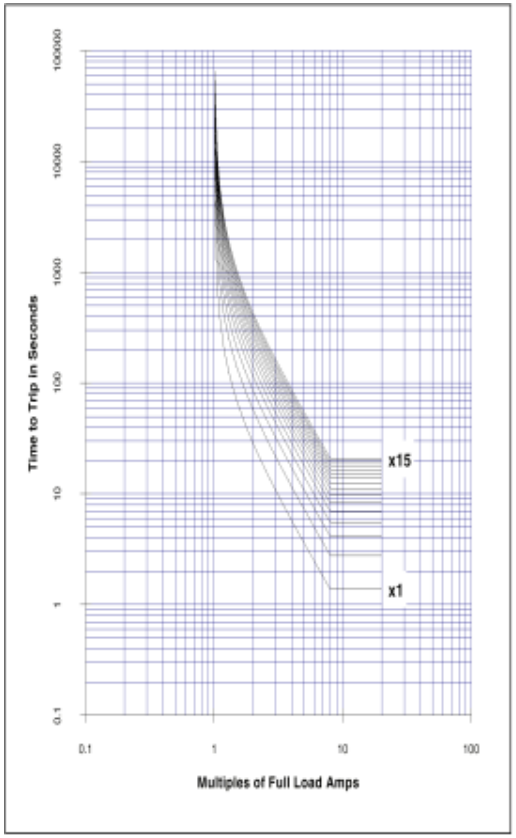
SF	Recogida de sobrecarga térmica
1.0	1.1
1.15	1.25

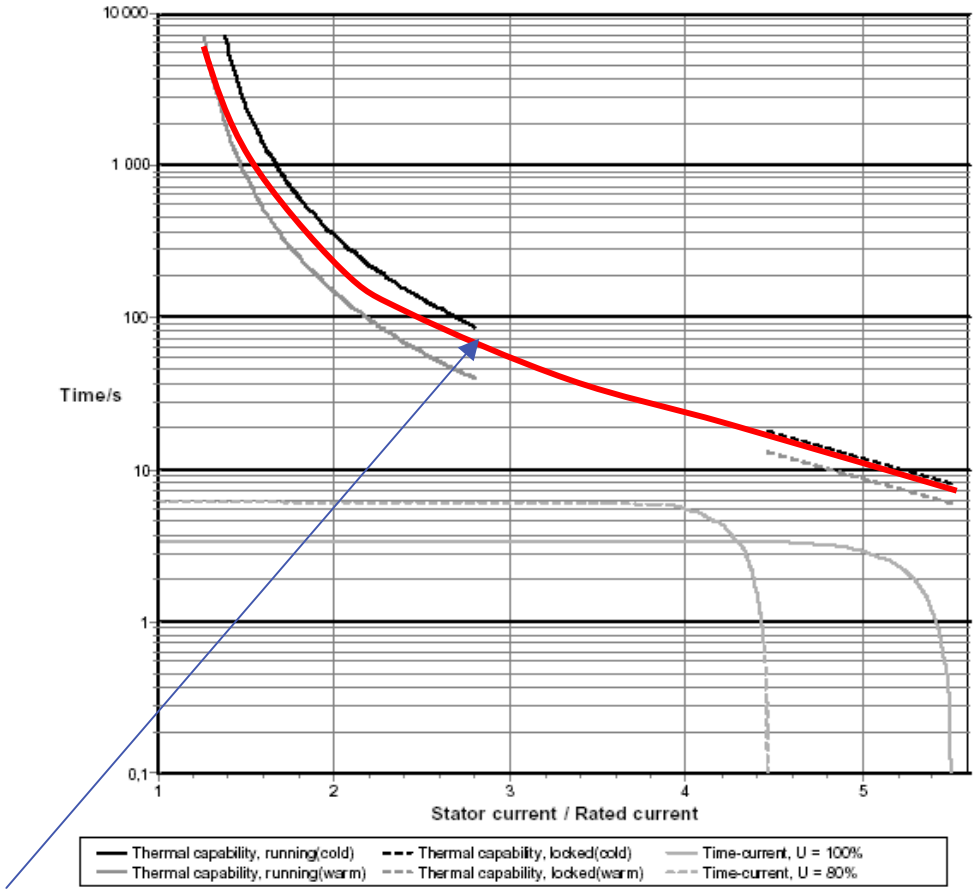
Modelo térmico: capacidad térmica utilizada

- La capacidad térmica utilizada (TCU) es un criterio seleccionado en el modelo térmico para evaluar la condición térmica del motor.
- TCU se define como el porcentaje del límite térmico del motor utilizado durante el funcionamiento del motor.
- Un motor en funcionamiento tendrá algún nivel de capacidad térmica utilizada debido a las pérdidas del motor.
- Disparo por sobrecarga térmica cuando la capacidad térmica utilizada es del 100%



Selección de curva de sobrecarga para modelo térmico



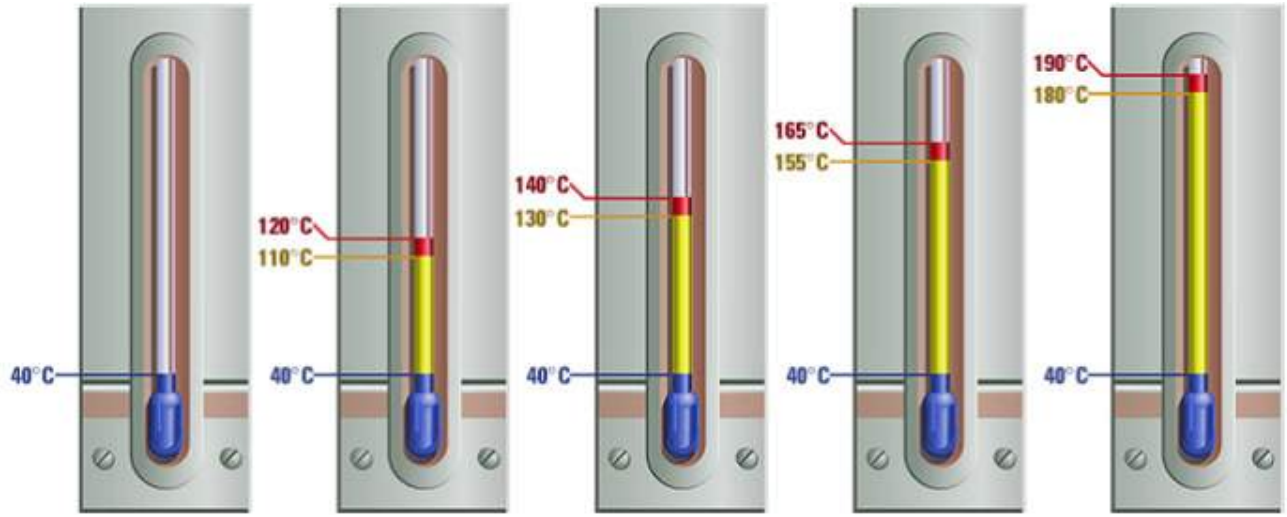


Curva de sobrecarga

Establezca la curva de sobrecarga por debajo del límite térmico frío y por encima del límite térmico caliente. Si el fabricante solo proporciona la curva caliente, entonces debe establecerse en o por debajo del límite térmico caliente.

Modelo térmico: relación de tiempo de parada caliente/fría (HCR)

- Normalmente, el fabricante del motor proporciona los valores de los límites térmicos del rotor bloqueado para 2 condiciones del motor:
  - *FRÍO*:motor a temperatura ambiente
  - *CALIENTE*:motor a temperatura nominal para clase y factor de servicio específicos.
- Aumentos de temperatura estándar NEMA para motores de hasta 1500HP y Factores de Servicio 1 y 1.15 respectivamente.



- Cuando el motor está funcionando por debajo del nivel de sobrecarga, la TCU aumentará o disminuirá al valor basado en la corriente promedio y HCR. HCR se utiliza para calcular el nivel de la TCU por relé, en el cual el motor se estabilizará para una corriente por debajo del arranque de sobrecarga.

Relación de parada segura frío/calor

POWER	:8000 HP	TYPE	:K
POLES	:4	FRAME	:8713Z
VOLTAGE	:13200 V	ENCLOSURE	:WPII
FREQUENCY	:60 Hz PHASES :3	SERVICE FACTOR	:1.00
		INSULATION CLASS	:F (POLYSEAL)
TEMPERATURE RISE	:80 C /RTD @ SF 1.0		
DRIVEN LOAD	:FAN CLOSED VALVE		
MAX. ALTITUDE	:3300 Ft		
LOAD WK2 REF. TO MOTOR SHAFT	: 49249 Lbft2		
		Calculated Performance	
RATED RPM	:1780	NEMA STARTING CODE	:F
RATED CURRENT	: 297 A	LOCKED ROTOR CURRENT	:540 %
RATED TORQUE	:23571 lbft	LOCKED ROTOR TORQUE	:77 %
RATED KVA	:6790	PULL UP TORQUE	:77 %
STATOR CONNECTION	:Y	BREAKDOWN TORQUE	:245 %
MIN. STG. VOLTAGE	:70% V	COUPLING TYPE	:DIRECT
TIME RATING	:CONTINUOUS	ARRANGEMENT	:F1
		ROTATION	:DUAL
AMB. TEMP. (MIN/MAX)	:-18/40 C	MAX. BRG.VIBR.(PK-PK)	:0.0016 in
TOTAL WEIGHT (calc.)	:53700 lb	BEARING TYPE	:SLEEVE
ROTOR WK2 (calculated)	:10422 Lbft2	BEARING LUBRICATION	:OIL
		END PLAY	:0.50 in
NOISE LEVEL (dBA)	: 85.0 @ 3.3 ft	LOCKED ROTOR TIME	
MAX CAPACITOR KVAr	:1000	COLD	:35 Sec
STATOR RESIST. @ 25C	:0.1910 Ohms L-L	HOT	:30 Sec
X/R RATIO	: 33.960	NUMBER OF STARTS (NEMA MG1-20.45)	
OPEN CIRC. CONSTANT	:1.5680 S	COLD	:2
ACCELERATION TIME	:15 Sec	OR HOT	:1

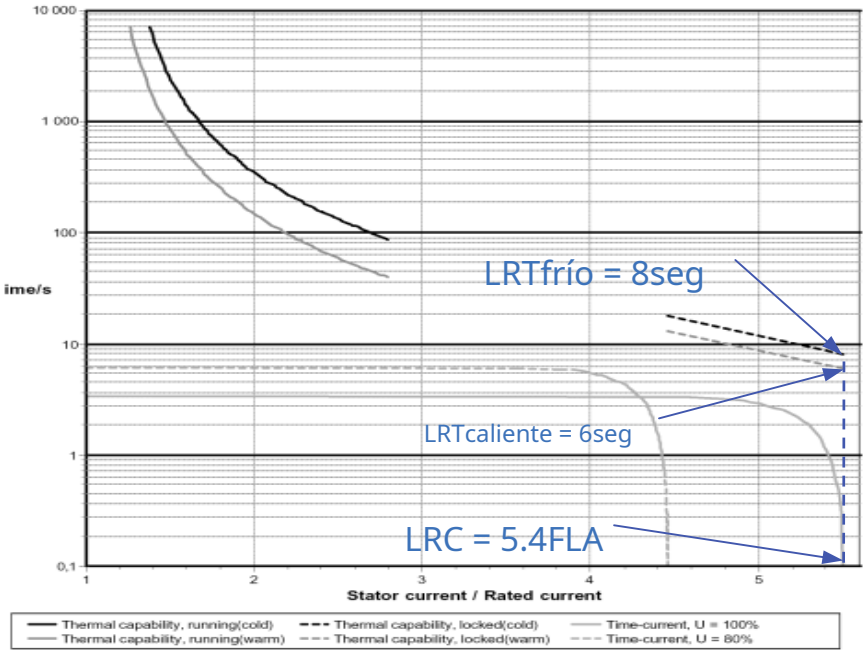
$$HCR = \frac{LRT_{CALIENTE}}{LRT_{FRÍO}}$$

Relación frío/calor =

30/35

=> 0,86

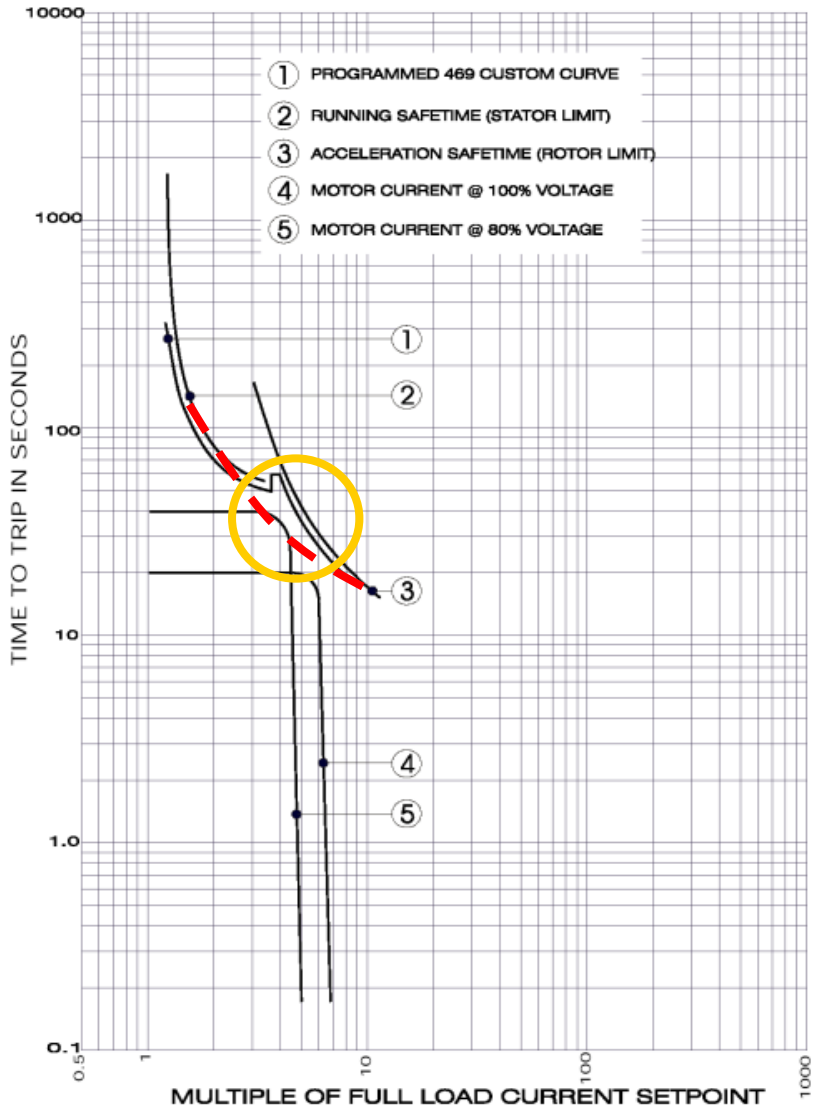
Método de curva de sobrecarga



- Si se utilizan las curvas de límites térmicos para determinar la relación CALIENTE/FRÍO, proceda de la siguiente manera:
- Desde las curvas de límites térmicos corre una línea perpendicular al eje actual que cruza las curvas de calor y frío en el punto de pérdida o LRA
- La relación frío/calor ahora se puede calcular de la siguiente manera: = 6 s/8 s = 0,75
- Si no se proporcionan los tiempos de calor y frío y solo se proporciona una curva, verifique con el fabricante que sea la curva de calor (que es el peor de los casos), entonces la relación Caliente/Frío debe establecerse en 1,0.

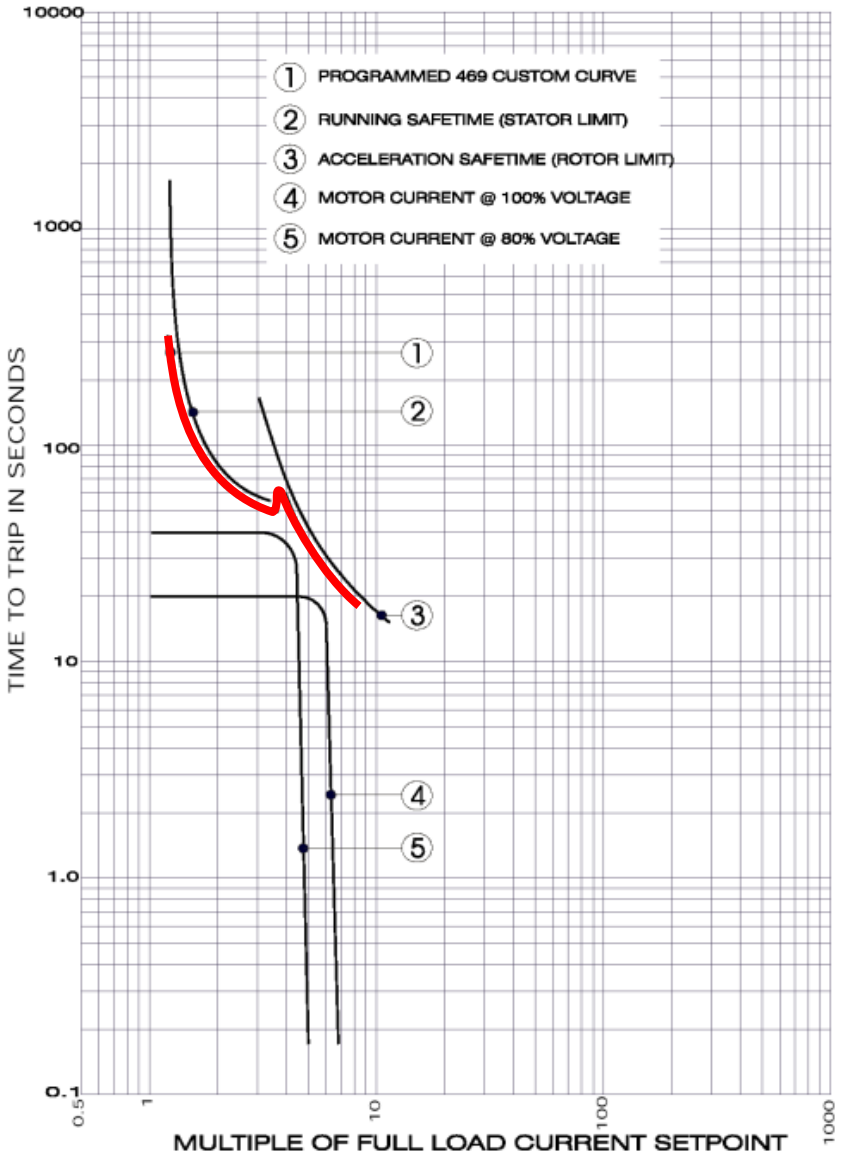
Selección de curva de sobrecarga

Si la corriente de arranque del motor comienza a infringir las curvas de daño térmico o si se requiere que el motor impulse una carga de alta inercia de modo que el tiempo de aceleración exceda el tiempo de parada segura, personalizado o voltaje curva de sobrecarga dependiente puede ser requerido.



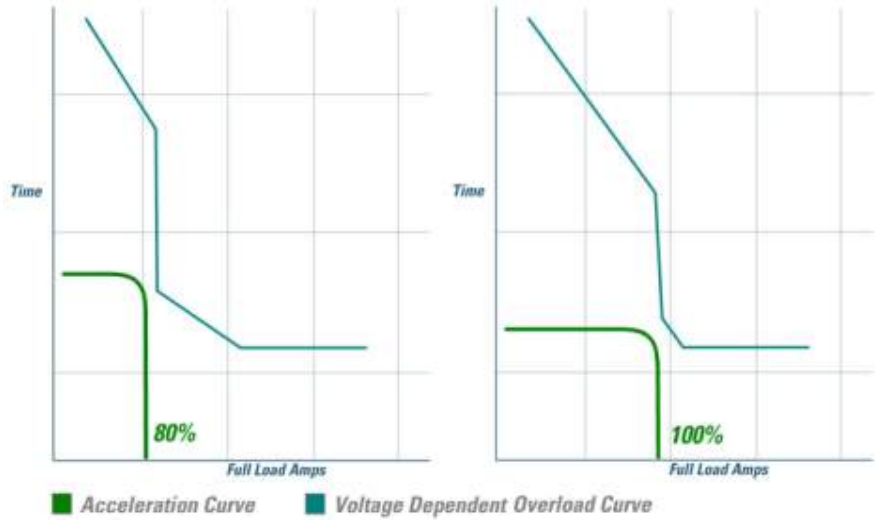
Selección de curva de sobrecarga

Acurva de sobrecarga personalizadapermitirá al usuario adaptar el daño térmico del relé curva hacia el motor de tal manera que pueda ocurrir un arranque exitoso sin comprometer protección mientras que al mismo tiempo utiliza el motor a su máximo potencial durante la condición de funcionamiento.



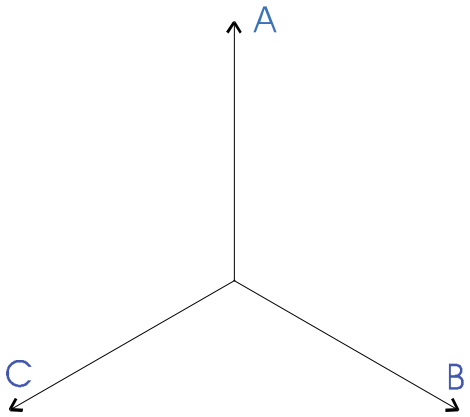
Comportamiento del modelo térmico: inicios largos

- Problema La duración de un arranque con carga de alta inercia es mayor que el tiempo de parada segura permitido para el motor.
  - Para estos arranques, el modelo térmico debe tener en cuenta el cambio actual durante la aceleración y también utilizar los límites térmicos de aceleración para los cálculos de la TCU.
  - El límite térmico del motor aumenta junto con la velocidad de rotación del motor durante la aceleración.
  - La corriente de arranque es proporcional al voltaje del sistema durante la aceleración del motor, por lo que el voltaje podría ser una buena indicación del nivel de corriente correspondiente a las condiciones del rotor bloqueado.
- Se emplea una curva de límite térmico dinámico dependiente del voltaje para mejorar el algoritmo del modelo térmico.
- El relé del motor cambiará la curva de límite térmico de aceleración linealmente y constantemente basado en el voltaje de línea medido durante el arranque del motor.

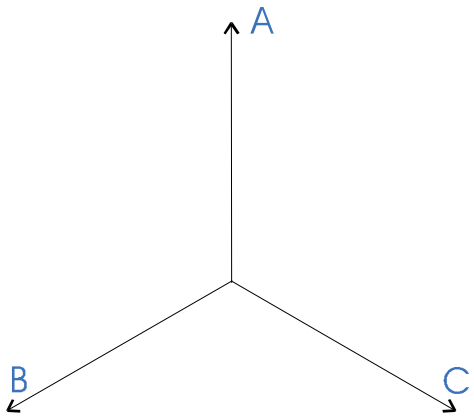


Modelo térmico: sesgo de desequilibrio actual

Las corrientes de secuencia negativa (o corrientes de fase desequilibradas) provocarán un calentamiento adicional del rotor que se tendrá en cuenta en el modelo térmico.

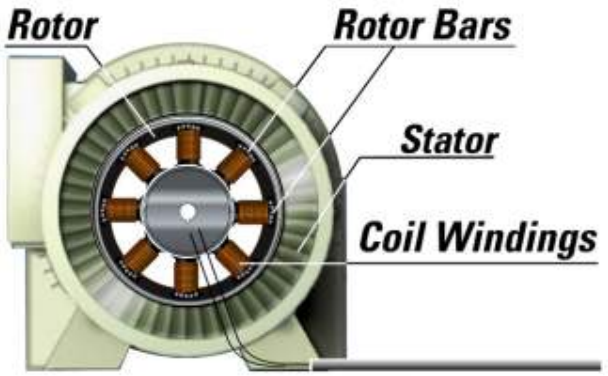


Secuencia Positiva



Secuencia negativa

- Principales causas del desequilibrio actual
  - Fusibles quemados
  - Conexiones sueltas
  - Fallos entre espiras del estator
  - Distorsión y desequilibrio del voltaje del sistema.
  - Fallos



Modelo térmico: sesgo de desequilibrio actual

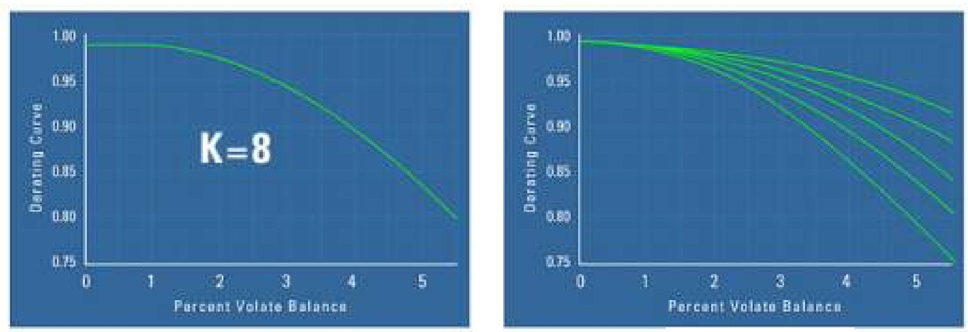
- **Corriente equivalente del motor de calefacción**se emplea para sesgar el modelo térmico en respuesta al desequilibrio actual.

$$I_{Ecualizador} = \sqrt{I^2_{METRO} \times (1 + K \times (I_2/I_1)^2)}$$

- Im - corriente real del motor; K - factor de sesgo de desequilibrio; I_1& I_2- componentes de secuencia positiva y negativa de la corriente del motor.
- El factor K refleja el grado de calentamiento adicional causado por el componente de secuencia negativa de la corriente del motor.
- Directrices IEEE para estimaciones típicas y conservadoras de K.

$K = 175 / yo^2_{LRC}$ TÍPICO

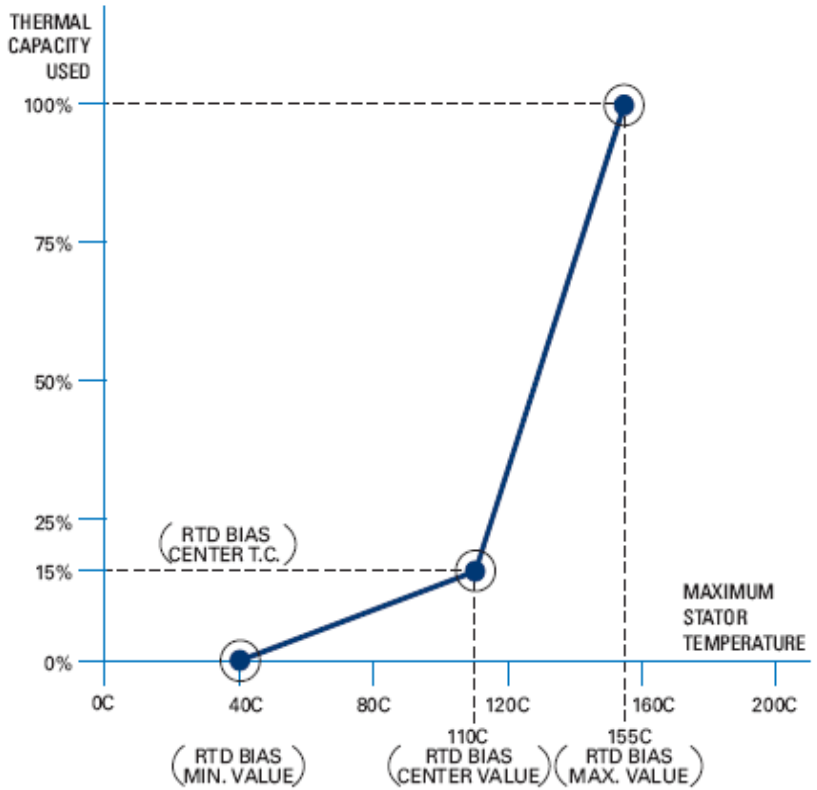
$K = 230 / yo^2_{LRC}$ CONSERVADOR



NEMA
Motor Derating Curves

Modelo térmico: polarización RTD

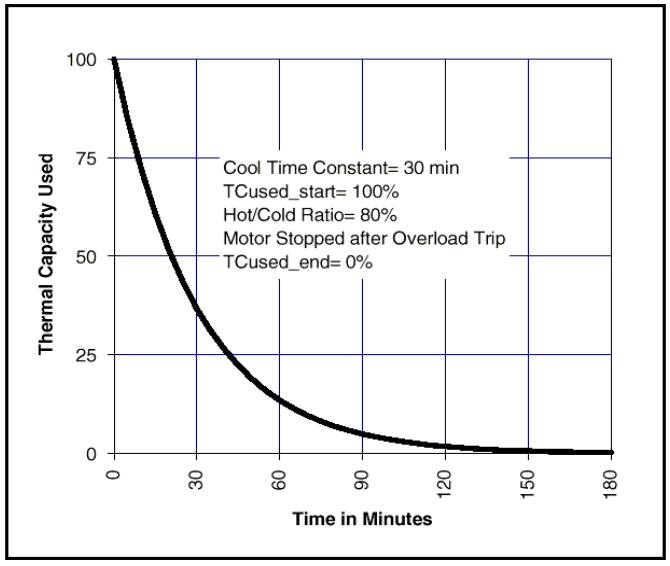
- Acelera el disparo térmico para devanados del estator calientes
- El modelo de polarización RTD determina la capacidad térmica utilizada en función de la temperatura del estator y es independiente del modelo de sobrecarga para calcular la capacidad térmica utilizada.
- El relé del motor utilizará la capacidad térmica calculadaa menos que la capacidad térmica RTD es mayor.
- Esta función no disparará el motor en el punto máximo de temperatura a menos que la corriente promedio sea mayor que el ajuste de activación de sobrecarga.
- La polarización RTD es un elemento de protección de respaldo que toma en cuenta cosas como la pérdida de enfriamiento o una temperatura ambiente inusualmente alta.



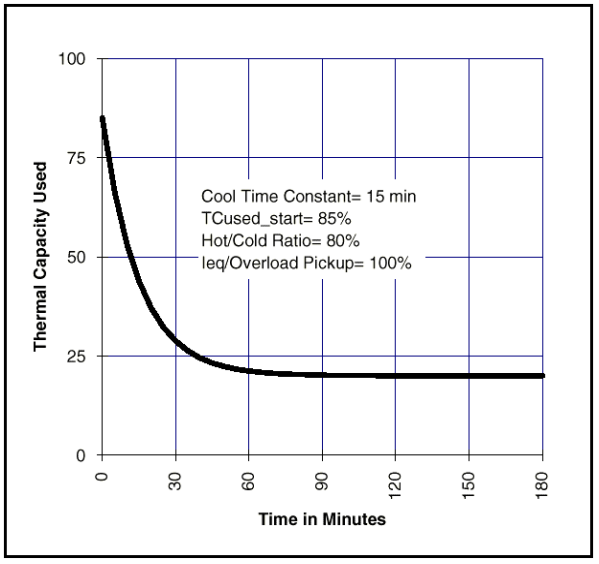
Modelo térmico: refrigeración del motor

- La refrigeración del motor se caracteriza por constantes de tiempo de refrigeración (CTC) separadas para los estados del motor en funcionamiento y detenido. La proporción típica entre el CTC detenido y en funcionamiento es 2/1
- Normalmente, el motor tarda 5 constantes de tiempo en enfriarse.

Motor de enfriamiento del modelo térmico disparado



Modelo Térmico Enfriamiento100% de carga - En funcionamiento



Proteccion al sobrevoltaje

- El resultado general de una condición de sobretensión es una disminución en la corriente de carga y un factor de potencia deficiente.
- Aunque los motores antiguos tenían un diseño robusto, los motores nuevos están diseñados cerca del punto de saturación para una mejor utilización de los materiales del núcleo y el aumento de la relación V/Hz provoca la saturación del flujo del entrehierro, lo que provoca el calentamiento del motor.
- El elemento de sobretensión debe configurarse al 110% de la placa de identificación del motor, a menos que se indique lo contrario en las hojas de datos.

Protección contra subtensión

- El resultado general de una condición de bajo voltaje es un aumento en la corriente y el calentamiento del motor y una reducción en el rendimiento general del motor.

- El elemento de protección contra subtensión se puede considerar como una protección de respaldo para el elemento de sobrecarga térmica. En algunos casos, si existe una condición de bajo voltaje, puede ser conveniente disparar el motor más rápido que el elemento de sobrecarga térmica.

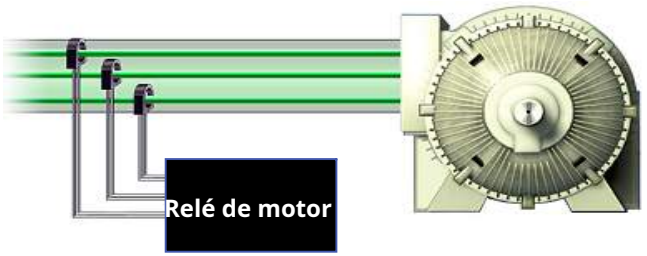
- El disparo por subtensión debe configurarse en 80-90 % de la placa de identificación, a menos que se indique lo contrario en las hojas de datos del motor.

- Los motores que están conectados a la misma fuente/bus pueden experimentar una subtensión temporal cuando uno de los motores arranca. Para anular estas caídas de voltaje temporales, se debe establecer un punto de ajuste de retardo mayor que el tiempo de arranque del motor.

Protección de desequilibrio

- Indicación de desequilibrio corriente/voltaje de secuencia negativa
- El desequilibrio provoca tensión en el motor y aumento de temperatura.
- El desequilibrio de corriente en un motor es el resultado de voltajes de línea desiguales.
    - Alimentación desequilibrada, fusible fundido, monofásico

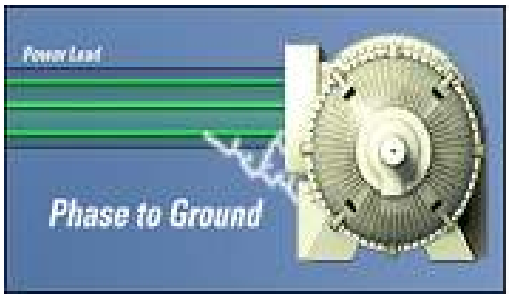
- El desequilibrio actual también puede estar presente debido a:
    - Conexiones flojas o malas
    - Conexión de rotación de fase incorrecta
    - Fallos entre espiras del estator



- Para un motor de inducción trifásico típico:
    - Un desequilibrio de tensión del 1% (V2) se relaciona con un desequilibrio de corriente del 6% (I2)
    - Para motores pequeños y medianos, sólo están disponibles transformadores de corriente (CT) y no transformadores de tensión (TT). Mida el desequilibrio actual y proteja el motor.
    - El efecto de calentamiento causado por el desequilibrio de corriente se protegerá habilitando la entrada de desequilibrio al modelo térmico.
    - Por ejemplo, una configuración de 10-15% x FLA para la alarma de desequilibrio actual con un retraso de 5-10 segundos y una configuración de nivel de disparo de 20-25% x FLA para la alarma de desequilibrio actual con un retraso de 2-5 segundos Sería apropiado.

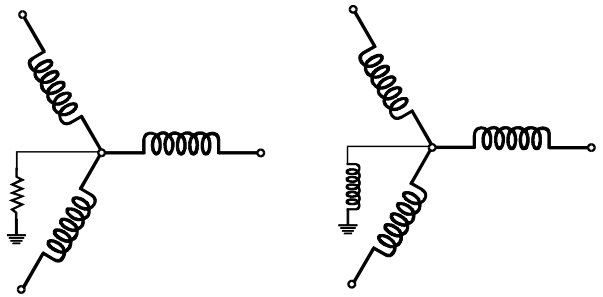
Protección de falla a tierra

- Una falla a tierra es una falla que crea un camino para que la corriente fluya desde una de las fases directamente al neutro a través de la tierra sin pasar por la carga.

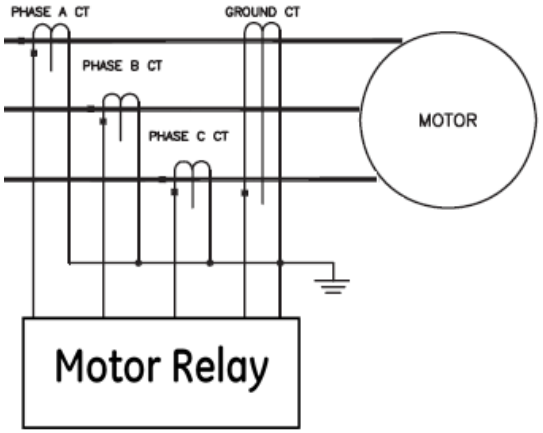


- Se producen fallas a tierra en un motor:
  - Cuando el aislamiento del conductor de fase se daña, por ejemplo debido a tensión de tensión, se produce humedad o una falla interna entre el conductor y tierra.

- Para limitar el nivel de la corriente de falla a tierra, conecte una impedancia entre el suministra neutro y tierra. Esta impedancia puede tener la forma de una resistencia o un transformador de conexión a tierra dimensionado para garantizar que la corriente máxima de falla a tierra sea limitada..



Protección de falla a tierra

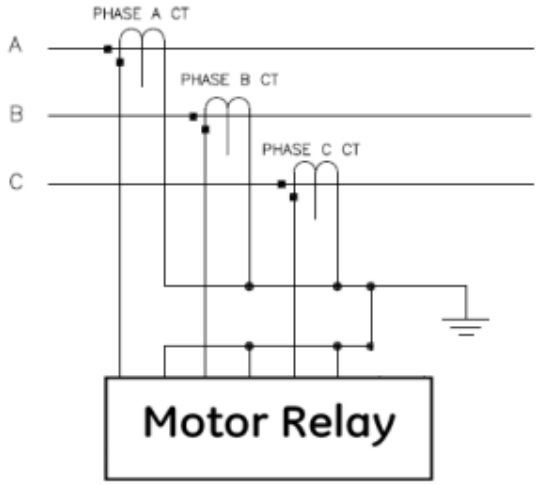


Conexión CT de secuencia cero

- Mejor método
- Inmunidad al ruido más sensible e inherente

- Todos los conductores de fase pasan a través de la ventana del mismo CT denominado CT de secuencia cero.
- En circunstancias normales, las tres corrientes de fase sumarán cero, lo que dará como resultado una salida de cero desde el secundario del TI de secuencia cero.
- Si una de las fases del motor tuviera un cortocircuito a tierra, la suma de las corrientes de fase ya no sería igual a cero, lo que provocaría que fluyera una corriente en el secundario de la secuencia cero. Esta corriente sería detectada por el relé del motor como una falla a tierra.

Protección de falla a tierra



Conexión de falla a tierra residual

- Menos sensitivo
- Inconvenientes debido a la corriente de arranque asimétrica y CT no coincidentes

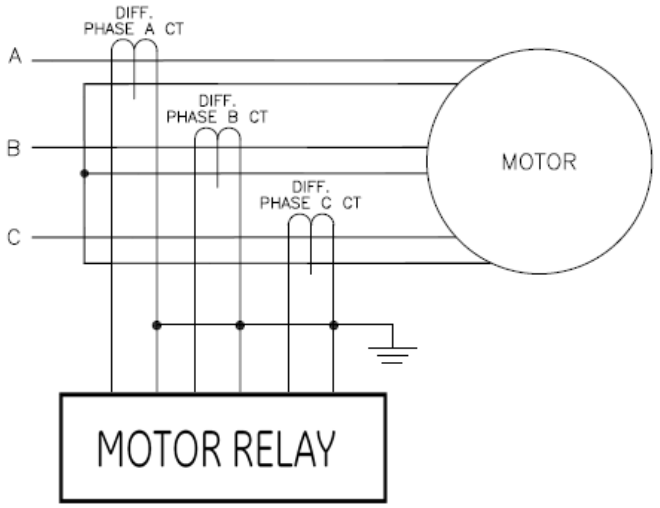
- Para cables grandes que no pueden pasar a través de la ventana del CT de secuencia cero, se puede utilizar la configuración de falla a tierra residual.
- Esta configuración es inherentemente menos sensible que la configuración de secuencia cero debido al hecho de que los CT no coinciden perfectamente.
- Durante el arranque del motor, las corrientes de fase del motor generalmente aumentan a magnitudes superiores a 6 veces la corriente de carga completa del motor y son asimétricas.
- La combinación de TI no perfectamente adaptados y magnitudes de corriente de fase relativamente grandes producen una corriente residual falsa. Esta corriente será malinterpretado por el relé del motor como una falla a tierra a menos que el captador del elemento de falla a tierra esté configurado lo suficientemente alto como para ignorar este error durante el arranque.

Protección diferencial

- La protección diferencial puede considerarse la primera línea de protección para fallas internas entre fases o entre fases y tierra. En caso de tales fallas, la rápida respuesta del elemento diferencial puede limitar el daño que de otro modo podría haber ocurrido en el motor.

Método de equilibrio básico:

- Dos juegos de TI, uno al inicio del alimentador del motor y el otro en el punto neutro.
- Alternativamente, también se puede utilizar un juego de tres CT de equilibrio central
- El elemento diferencial resta la corriente que sale de cada fase de la corriente que entra en cada fase y compara el resultado o diferencia con el nivel de activación diferencial.

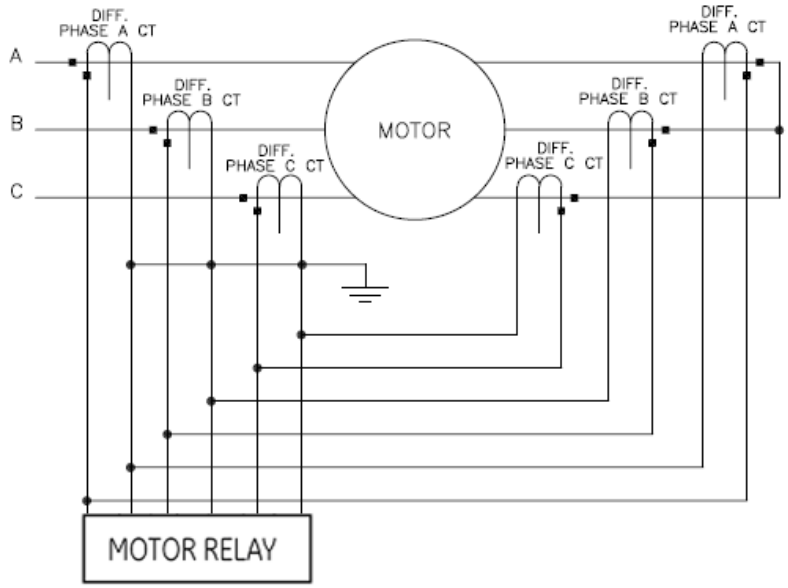


Protección diferencial

Método de suma con seis CT:

- Si se utilizan seis TI en una configuración de suma, durante el arranque del motor, los valores de los dos TI en cada fase pueden no ser iguales ya que los TI no son perfectamente idénticos y las corrientes asimétricas pueden hacer que los TI en cada fase tengan salidas diferentes.

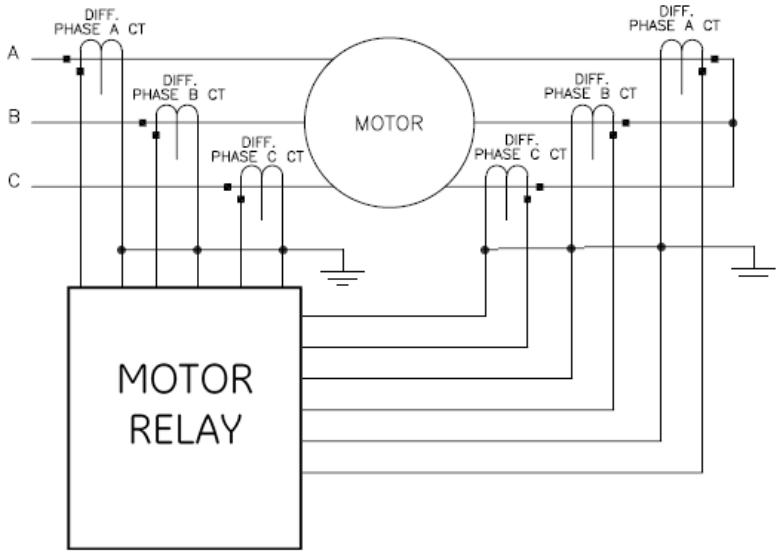
- Para evitar disparos molestos en esta configuración, es posible que el nivel del diferencial deba configurarse como menos sensible, o que el retardo de tiempo del diferencial deba extenderse para superar el período de problema durante el arranque del motor.
- El retardo diferencial en funcionamiento puede luego ajustarse a una aplicación de modo que responda muy rápido y sea sensible a niveles bajos de corriente diferencial.

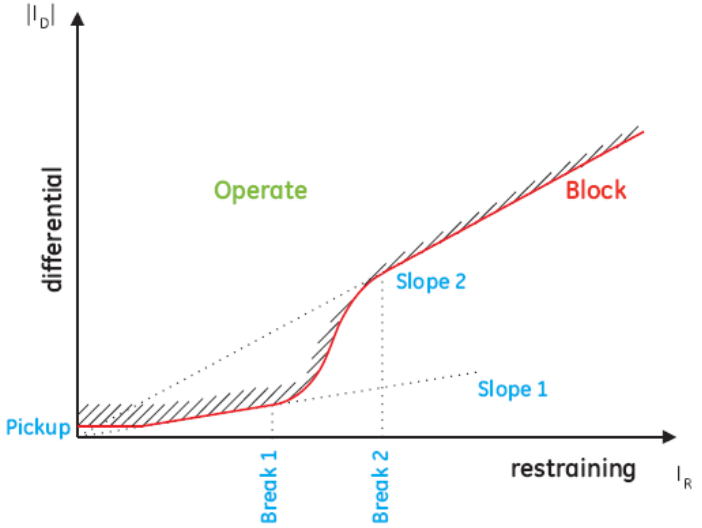


Protección diferencial

Protección diferencial polarizada - seis CT:

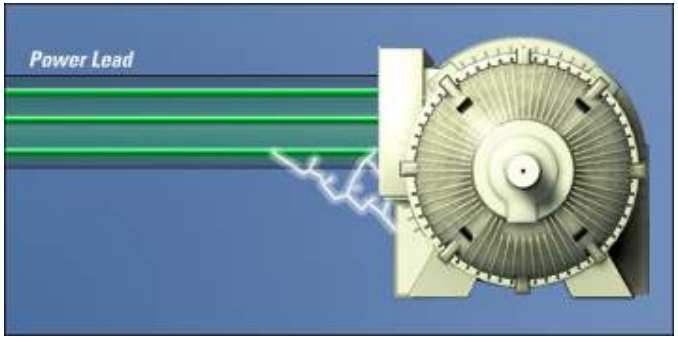
- El método de protección diferencial polarizada permite diferentes relaciones para el sistema/línea y los TI neutros.
- Este método tiene una característica de doble pendiente.
  Propósito principal de la pendiente porcentual
  La característica es evitar un mal funcionamiento causado por desequilibrios entre los TI durante fallas externas. Los desequilibrios del TC surgen como resultado de errores de precisión del TC o de saturación del TC.
- La característica permite configuraciones muy sensibles cuando la corriente de falla es baja y configuraciones menos sensibles cuando la corriente de falla es alta y el rendimiento del CT puede producir señales de operación incorrectas.



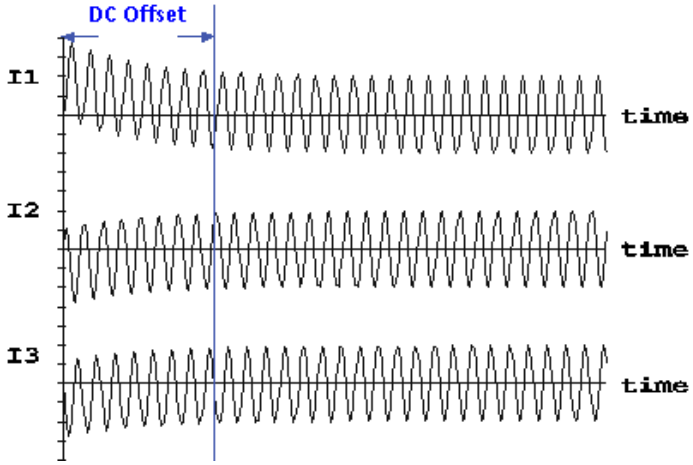


Protección contra cortocircuitos

- El elemento de cortocircuito proporciona protección contra fallas de sobrecorriente excesivamente altas.
- Las fallas entre fases y entre fases y tierra son tipos comunes de cortocircuitos.
- Cuando arranca un motor, la corriente de arranque (que normalmente es 6 veces la corriente de carga completa) tiene componentes asimétricos. Estas corrientes asimétricas pueden hacer que una fase reciba hasta 1,7 veces la corriente de arranque RMS.



- Para evitar disparos molestos durante el arranque, configure la protección contra cortocircuitos en un valor de al menos 1,7 veces la corriente de arranque simétrica máxima esperada del motor.



- El disyuntor o contactor debe tener una capacidad de interrupción igual o mayor que la corriente de falla máxima disponible o permitir que un dispositivo de protección aguas arriba interrumpa la corriente de falla.

Protección RTD del estator

- Un método sencillo para determinar el calentamiento dentro del motor es monitorear el estator con RTD.

- El nivel de disparo del RTD del estator debe establecerse en o por debajo de la clasificación de temperatura máxima del aislamiento.
- Por ejemplo, un motor con aislamiento clase F que tiene una temperatura nominal de 155°C podría establecer el nivel de disparo del RTD del estator entre 140°C a 145°C, con 145°Siendo C el máximo (155 °C - 10°punto caliente C)
- El nivel de alarma RTD del estator se puede configurar en un nivel que proporcione una advertencia de que la temperatura del motor está aumentando.

Métodos de protección adicionales

- Inhibición de inicio

  Esta función limitará los arranques cuando el motor ya esté caliente.

- Inicios/Hora

- Tiempo entre inicios (trote)

- Protección RTD del rodamiento

- Viaje de aceleración

  Configúrelo por encima del tiempo de arranque máximo para evitar disparos molestos cuando el voltaje es más bajo o por cargas variables durante la aceleración.

Conclusiones

- Los motores síncronos y de inducción son activos valiosos para las instalaciones industriales actuales.
- El aumento de temperatura del motor dicta su vida
- Cuando se aplica, la protección térmica puede evitar la pérdida de vida útil del motor.
- Elementos de protección adicionales como sobretensión, subtensión, desequilibrio, falla a tierra, diferencial, cortocircuito y RTD del estator complementan la protección del modelo térmico y brindan una protección completa del motor.
- Se debe considerar un revestimiento resistente de los relés de protección del motor para evitar los efectos ambientales de los sulfuros gaseosos agresivos (H2S, etc.)