



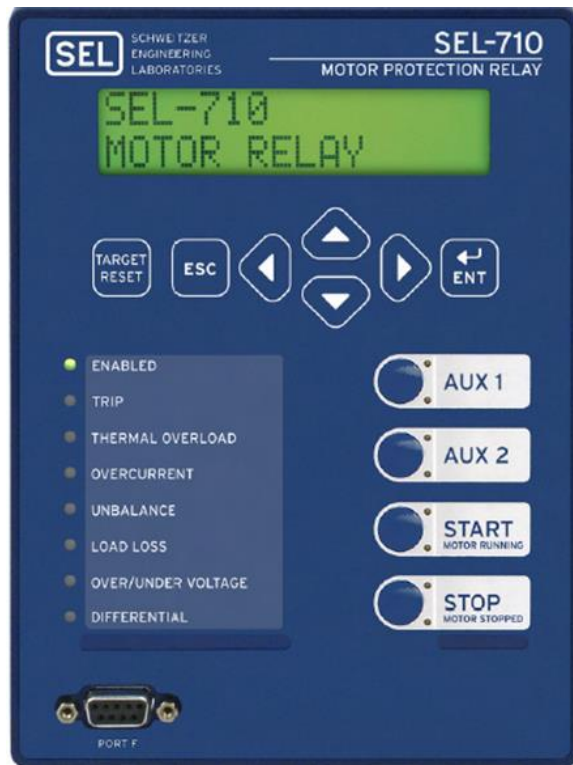
# Protección Avanzada para Motores de Media y Baja Tensión SEL-710 y SEL-849

*Aarón Arredondo García*

*Ingeniero de Aplicaciones de Protecciones*



# Familia SEL-710



# SEL-710

## Protección de Motor y Mucho Más!

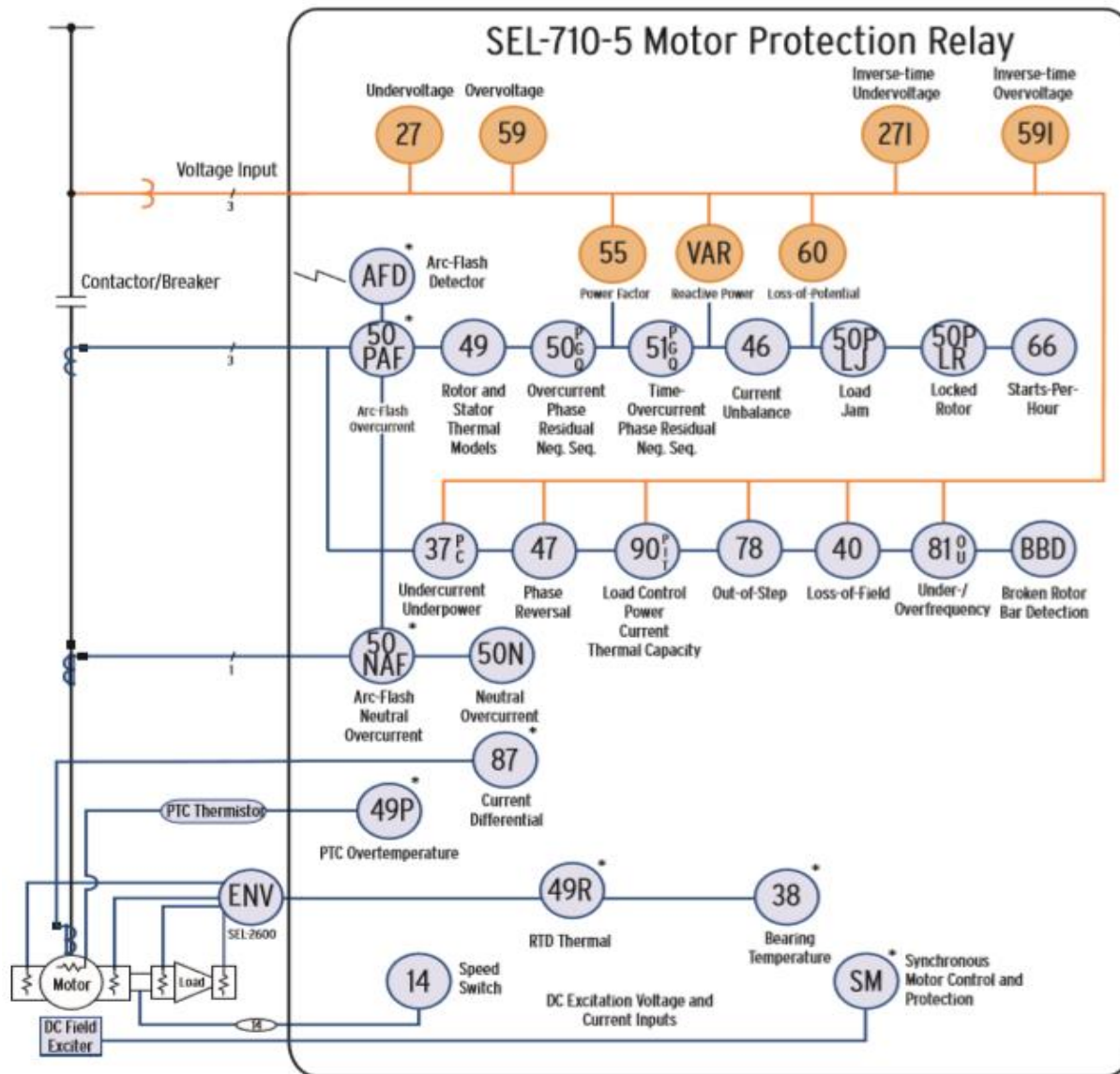
- Modelo Térmico AccuTrack™, reinicios rápidos y tiempos de arranque largos.
  - ◆ Evalúa la resistencia del rotor tomando en cuenta el deslizamiento
  - ◆ Número máximo de arranques por hora y tiempo mínimo entre arranques
  - ◆ Seguridad adicional durante sobrecargas cíclicas
- Reportes completos, incluyendo registro de arranque, tendencias y perfiles de carga

# SEL-710

## Protección de Motor y Mucho Más!

- Comunicaciones extensas, Ethernet, IEC 61850, Modbus®
- Tarjetas opcionales, incluyendo: RTD (resistance temperature detector), E/S analógicas, voltaje y corriente diferencial
- Hardware compacto, robusto, amplio rango de temperatura y el mayor MTBF en la industria

# SEL-710-5





# Vistas del SEL-710

Display Pushbuttons



Slots for Option Cards

Slot A

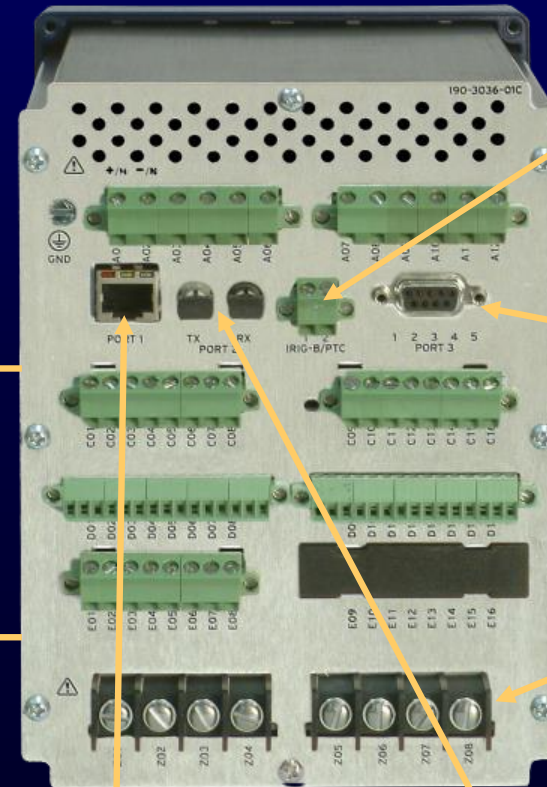
Slot B

Slot C

Slot D

Slot E

Slot Z



IRIG-B Input

EIA-232 Serial Port

CT Inputs

Ethernet

Fiber-Optic Serial Port

Programmable LED Indicators

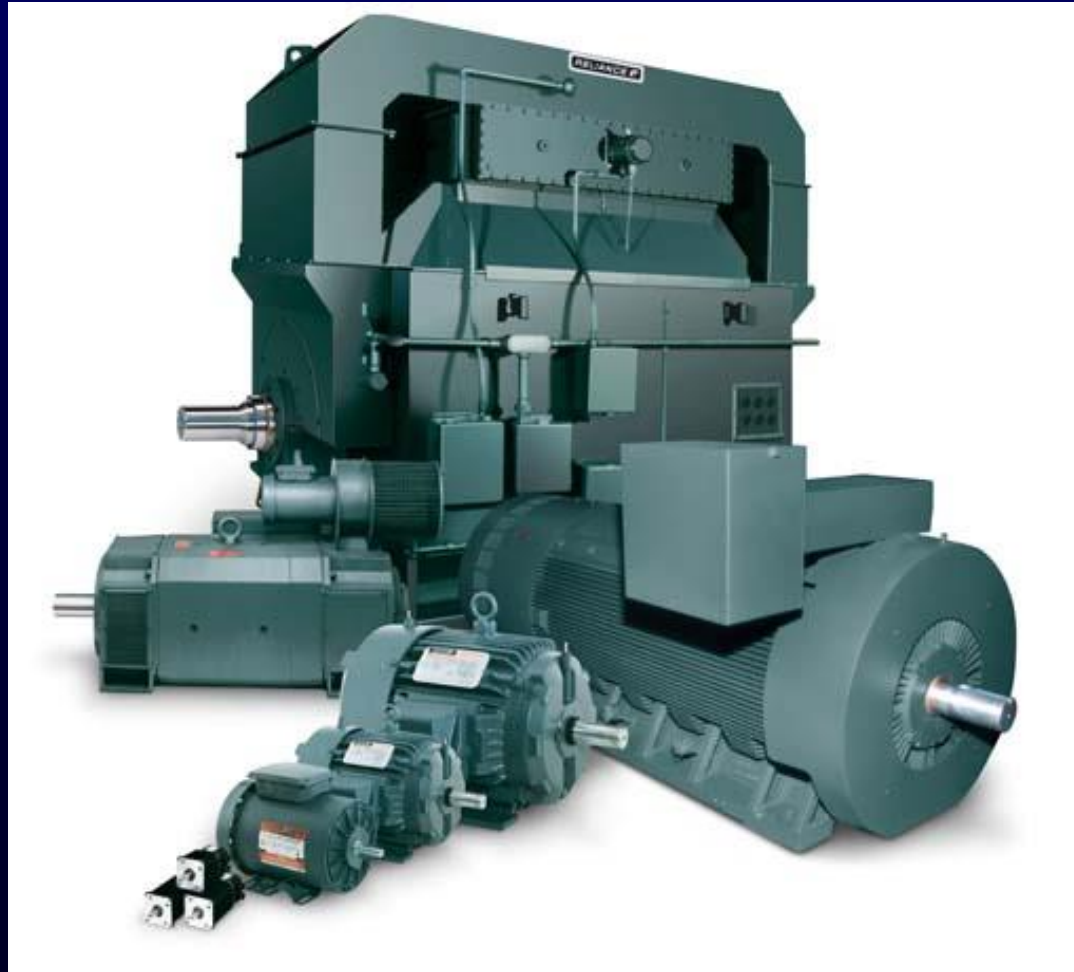
User-Configurable Labels

# Opciones de Hardware Adicionales

- Communications options
  - ◆ Ethernet – single or dual
    - 10/100BASE-T copper
    - 100BASE-FX fiber
  - ◆ Serial communication
    - EIA-485 port and EIA-232 port
    - Fiber-optic port
- Voltage inputs
- Voltage inputs and current differential inputs
- Internal or external RTD inputs
- I/O expansion



# Protección de Motores

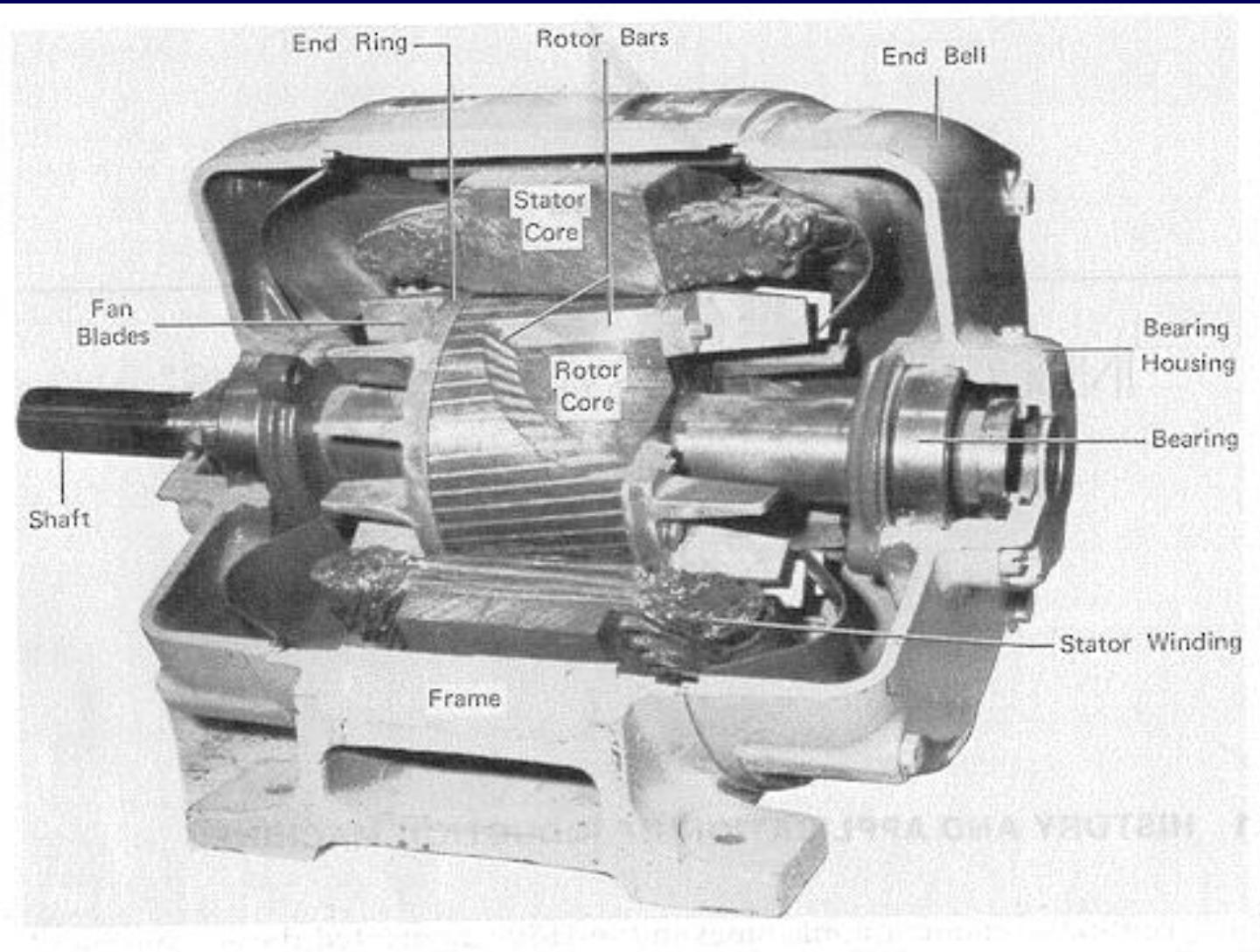




# Protección de Motores

- Depende de:
  - Tipo de motor
    - Inducción
      - Rotor jaula de ardilla
      - Rotor devanado
    - Síncrono
  - Aplicación (carga)
    - Ventiladores, bombas, compresores
    - Molinos, mezcladoras, elevadores, otros
  - Potencia
  - Importancia del proceso y el motor

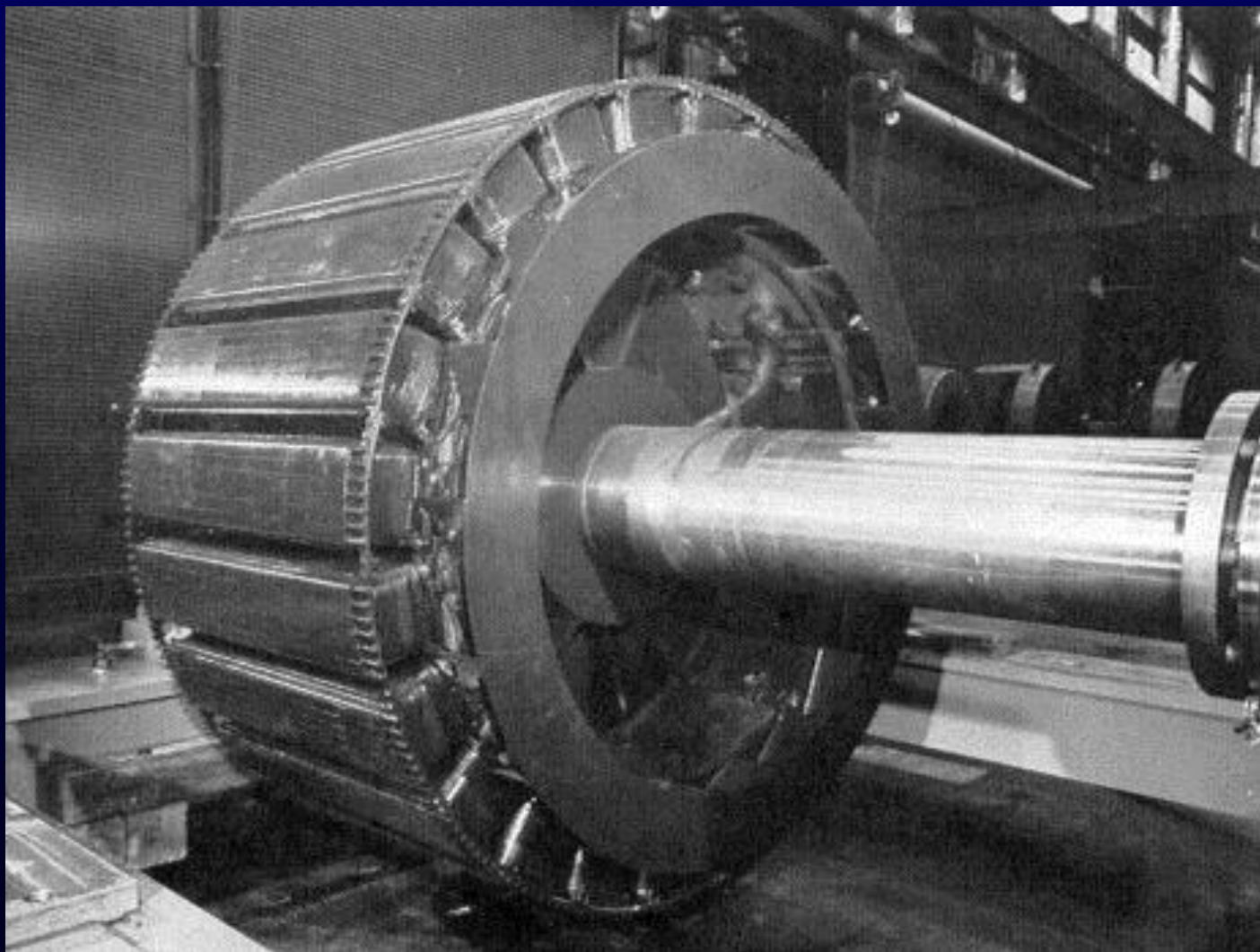
# Motor de Inducción



# Motor de Inducción

- Gira entre 1 y 3% más despacio que la velocidad síncrona del sistema.
- Deslizamiento (Slip) 1 a 3%
- Toma entre 3 y 7 veces la corriente nominal para arrancar
- Pequeños, limitados térmicamente por estator
- Grandes, limitados térmicamente por rotor

# Motor Síncrono



# Motor Síncrono

- Campo con excitación de CD
- Velocidad constante y síncrona
- Arranque como motor de inducción
- Sincronización o excitación de CD cuando está con poco deslizamiento



# Posibles problemas

- Fallas eléctricas
  - ◆ Entre fases
  - ◆ De fase a tierra
  - ◆ Entre espiras de la misma fase
- Calentamiento
  - ◆ Sobrecarga
    - Continua o intermitente
  - ◆ Rotor bloqueado
    - Arranque fallido
    - Atasco de carga

# Posibles problemas

- Otras condiciones anormales
  - ◆ Desbalances
  - ◆ Fases invertidas
  - ◆ Secuencia de arranque incompleta
  - ◆ Recierres en el circuito de distribución
  - ◆ Baja tensión o baja frecuencia
- Motores Síncronos
  - ◆ Pérdida de campo
  - ◆ Pérdida de sincronismo
  - ◆ Sincronización fuera de fase

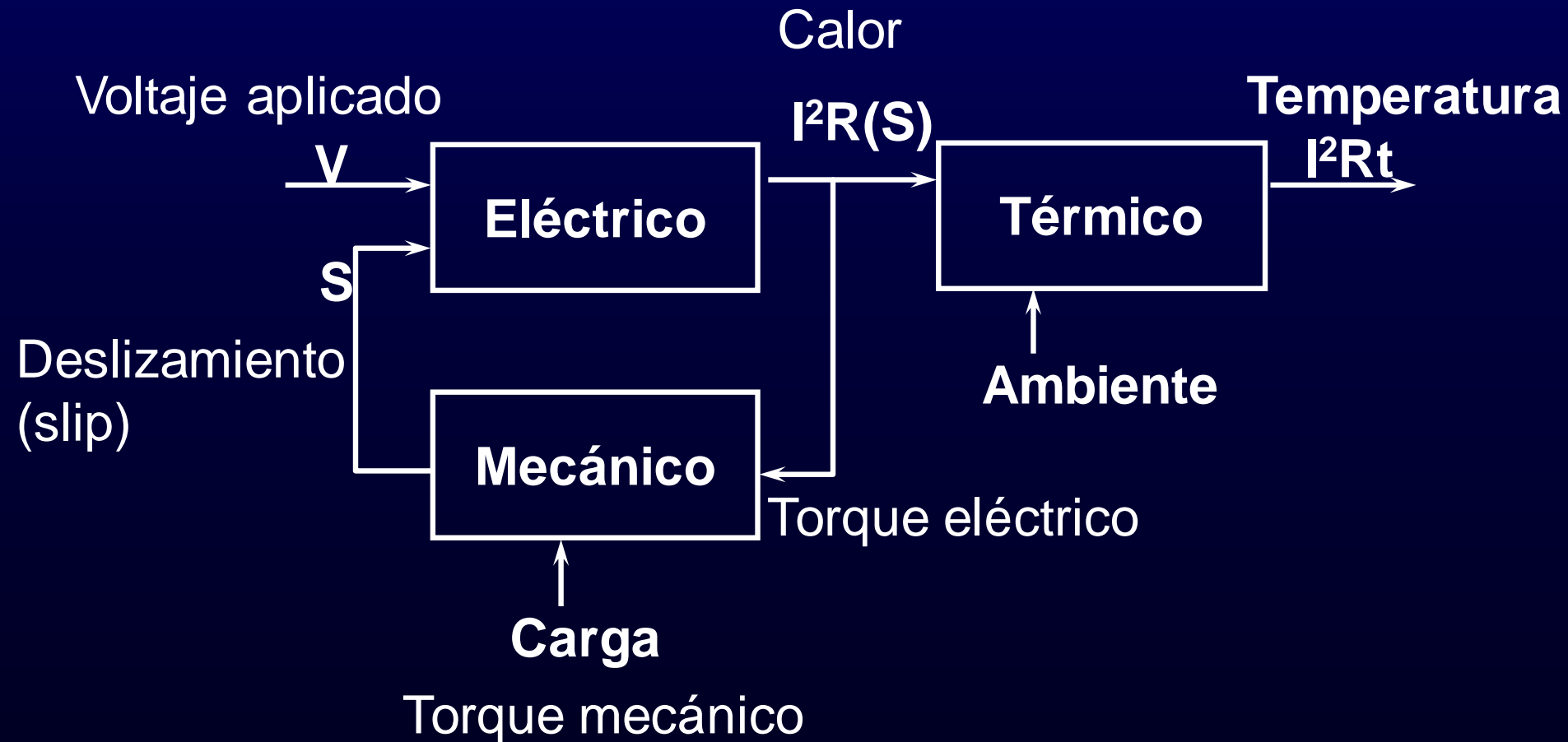
# Posibles causas

- Fallas internas en el aislamiento del motor
- Fallas en las conexiones del motor
- Problemas de carga inadecuada o excesiva
- Fallas en la fuente de alimentación
- Operación incorrecta

# Características del Motor

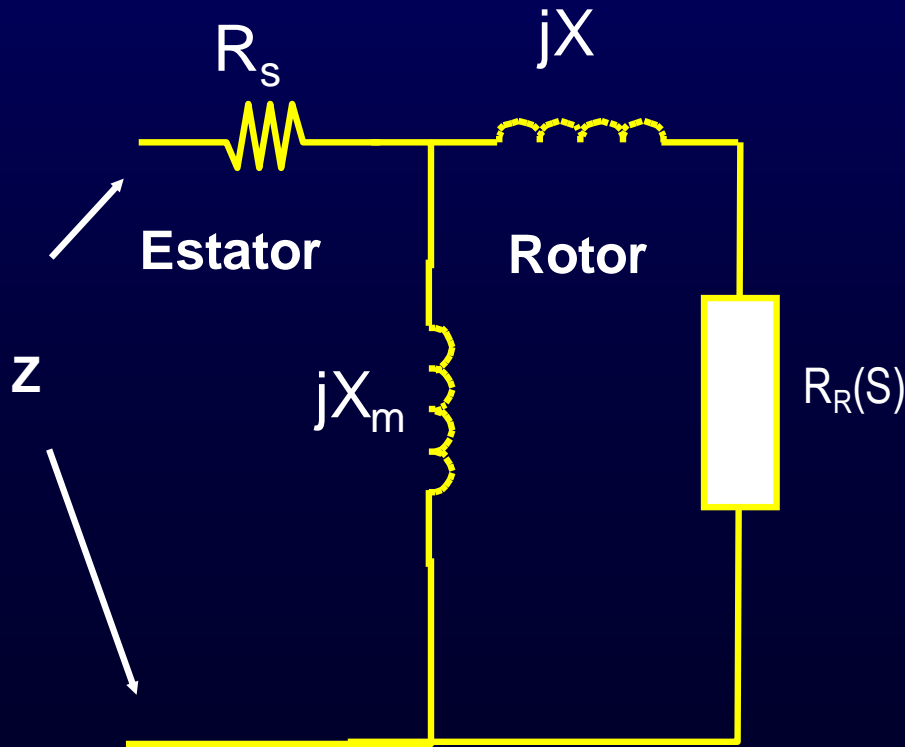
- Curvas
  - ◆ Operación normal, corriente de arranque y carga
  - ◆ Daño térmico por sobrecarga
  - ◆ Daño térmico por corriente de rotor bloqueado
- Corriente nominal
- Factor de servicio
- Impedancias
- Tipo de arranque
- Uso de valores típicos solo en pequeños

# Modelos de Motor de Inducción





# Modelo Eléctrico Simplificado



- **Típicos**

$$X_m = 3 \text{ pu}$$

$$R_s = 0.01 \text{ pu}$$

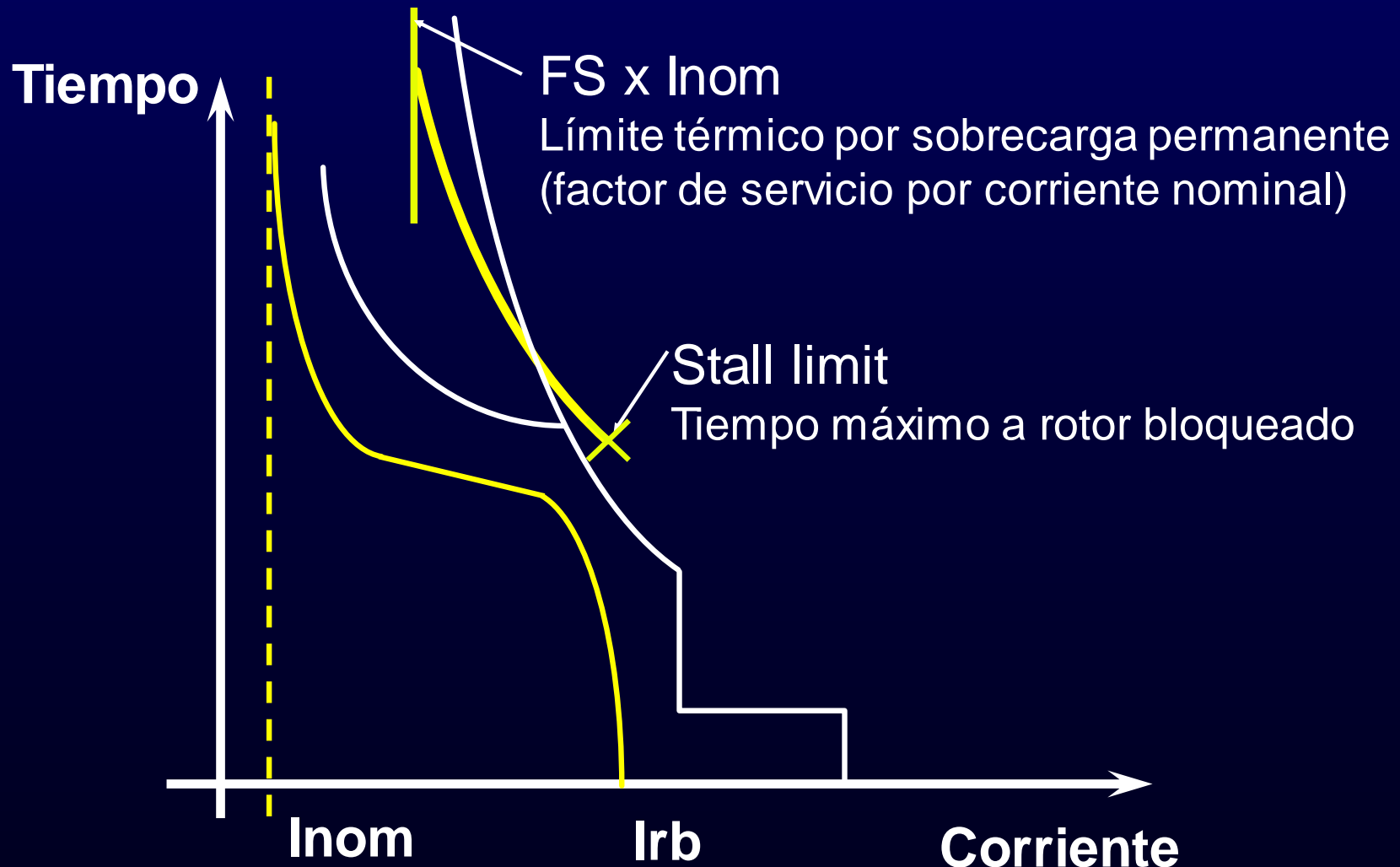
$R_r = 0.01 \text{ pu}$  a velocidad nominal  
y  $0.03 \text{ pu}$  a rotor bloqueado

$X = X_r + X_s = X''_d = 0.15$  a  $0.17 \text{ pu}$  a rotor bloqueado y  $1 \text{ pu}$  a velocidad nominal

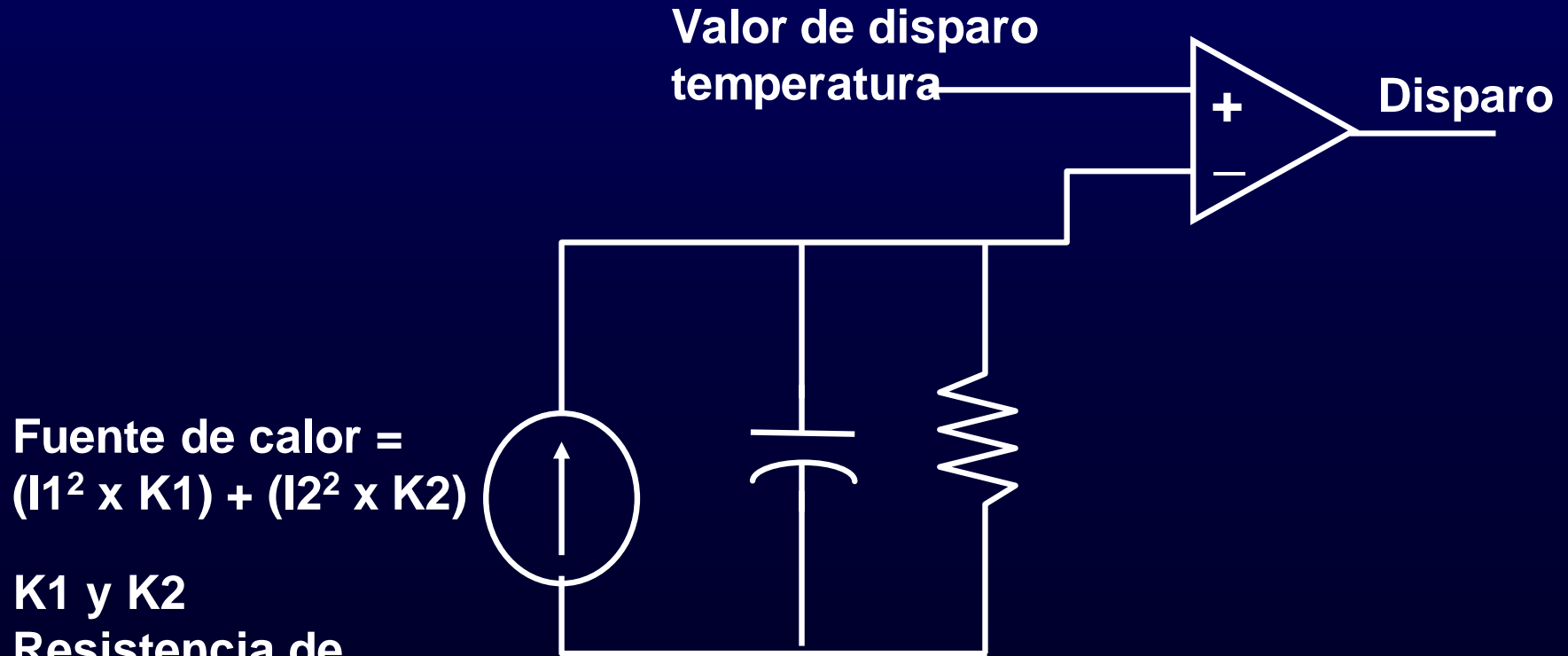
$Z$  -  $X''_d$  con rotor bloqueado o inicio de fallas

$Z$  -  $0.9$  a  $1$  con velocidad nominal

# Curvas Tiempo-Corriente

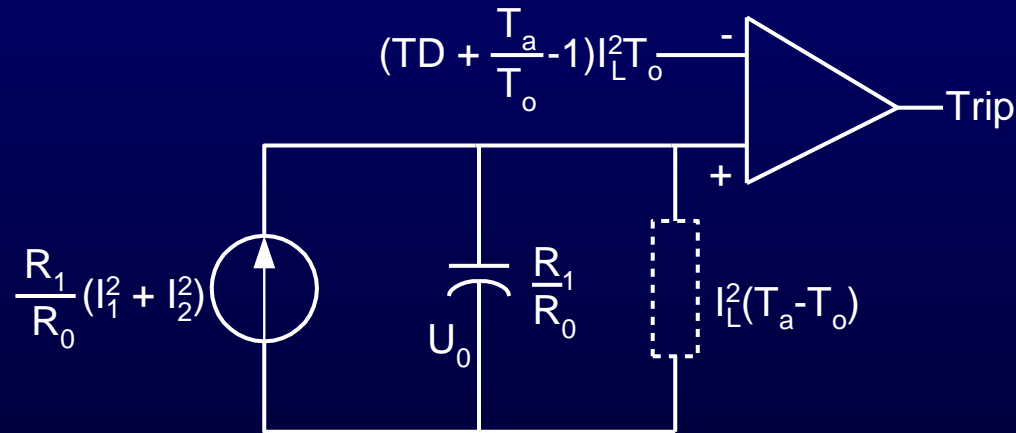


# Modelos Térmicos

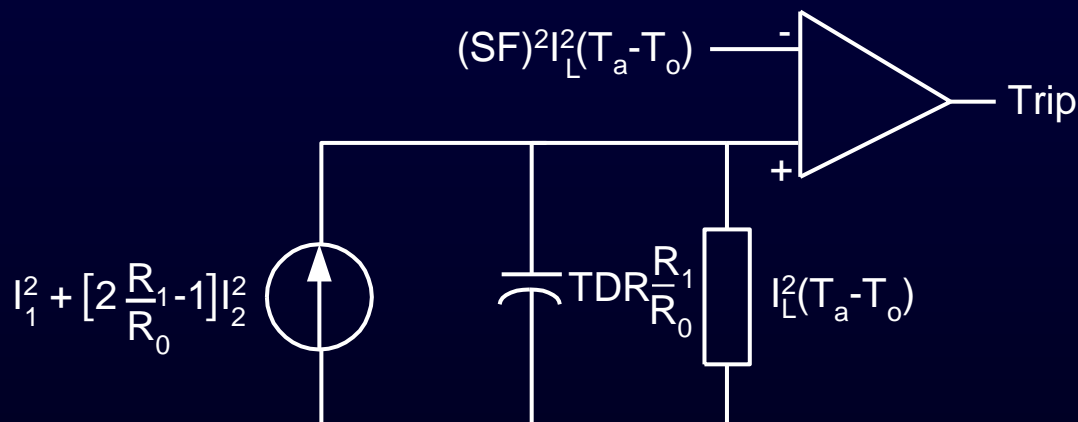


Analogía eléctrica de  
un sistema térmico

# Modelos Térmicos



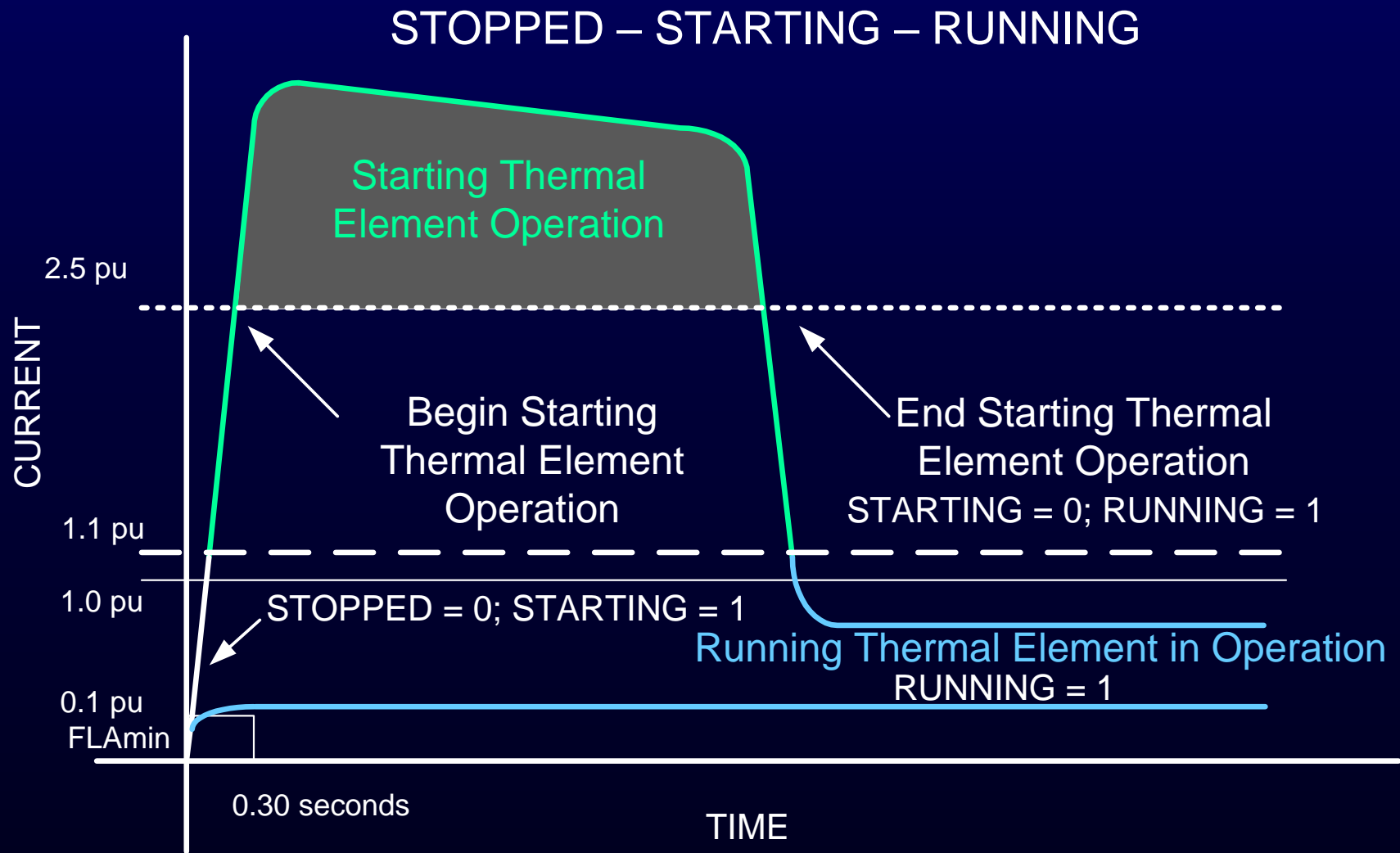
(a) Locked Rotor / Starting:  $I > 2.5$  PU



(b) Running:  $I < 2.5$  PU

# Modelo Térmico de Sobrecarga

## Patente SEL



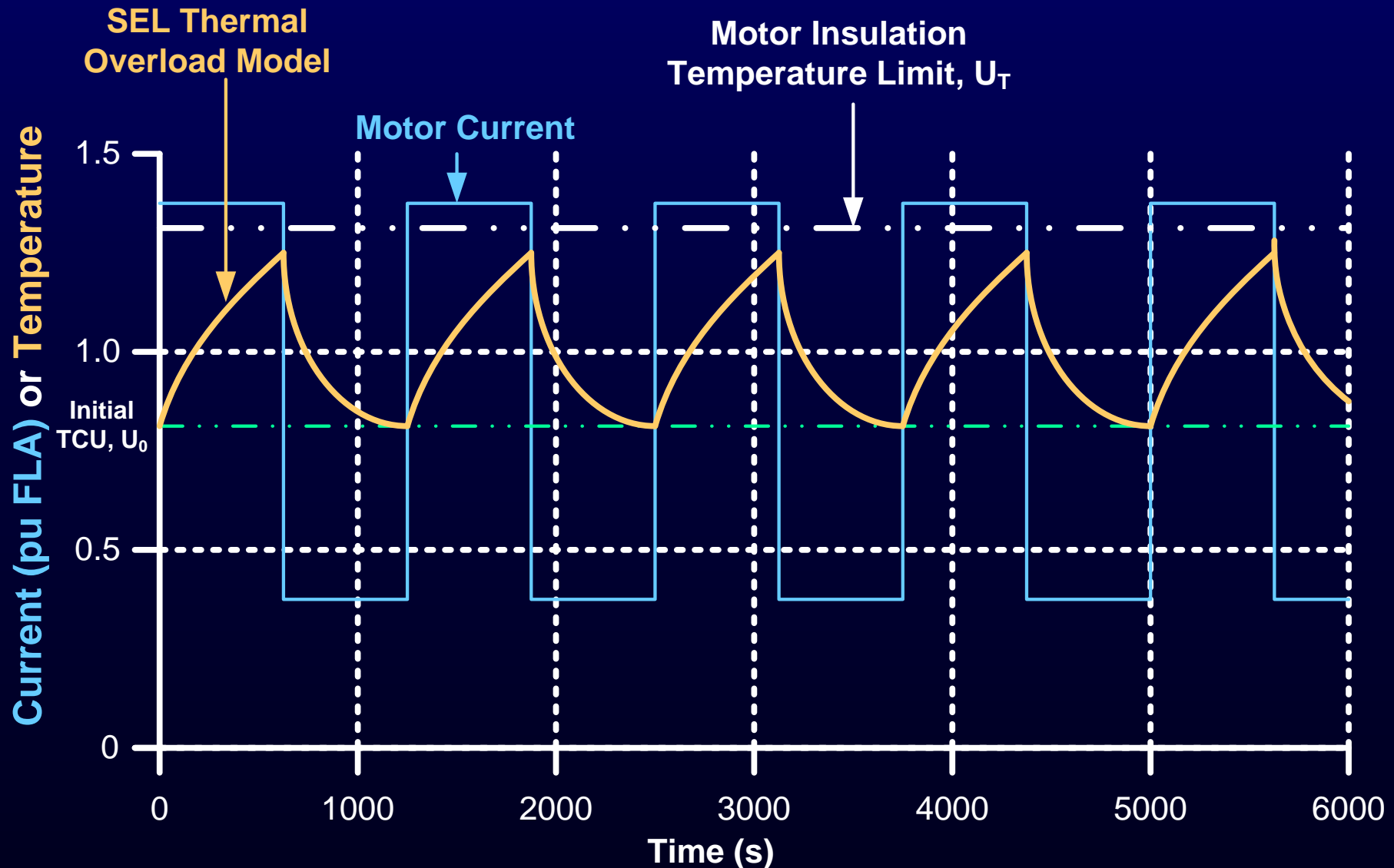


# Modelo Térmico de Sobrecarga

## Patente SEL

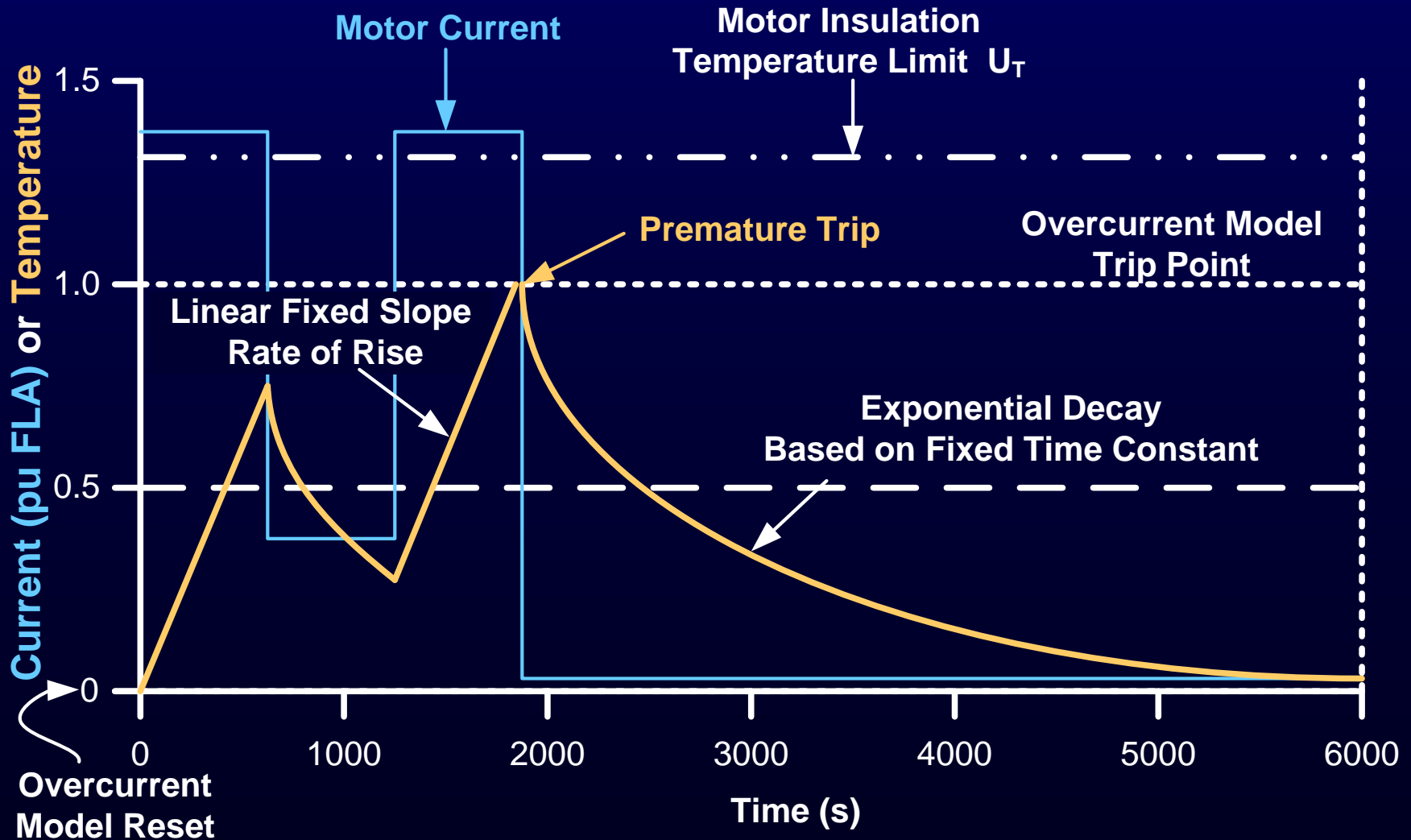
- Calcula con precisión la capacidad térmica acumulada actual (de rotor y estator)
- Estados
  - ◆ Arranque (Starting) =  $I > 2.5 \cdot FLA$
  - ◆ Marcha (Running) =  $0.1 \cdot FLA_{min} < I < 2.5 \cdot FLA$
  - ◆ Paro (Stopped) =  $I < 0.1 \cdot FLA_{min}$
- Integra el porcentaje de la capacidad térmica de los modelos de estator y rotor

# Modelo Sobrecarga Térmica SEL ante Sobrecargas Cíclicas



# Sobrecargas Cíclicas

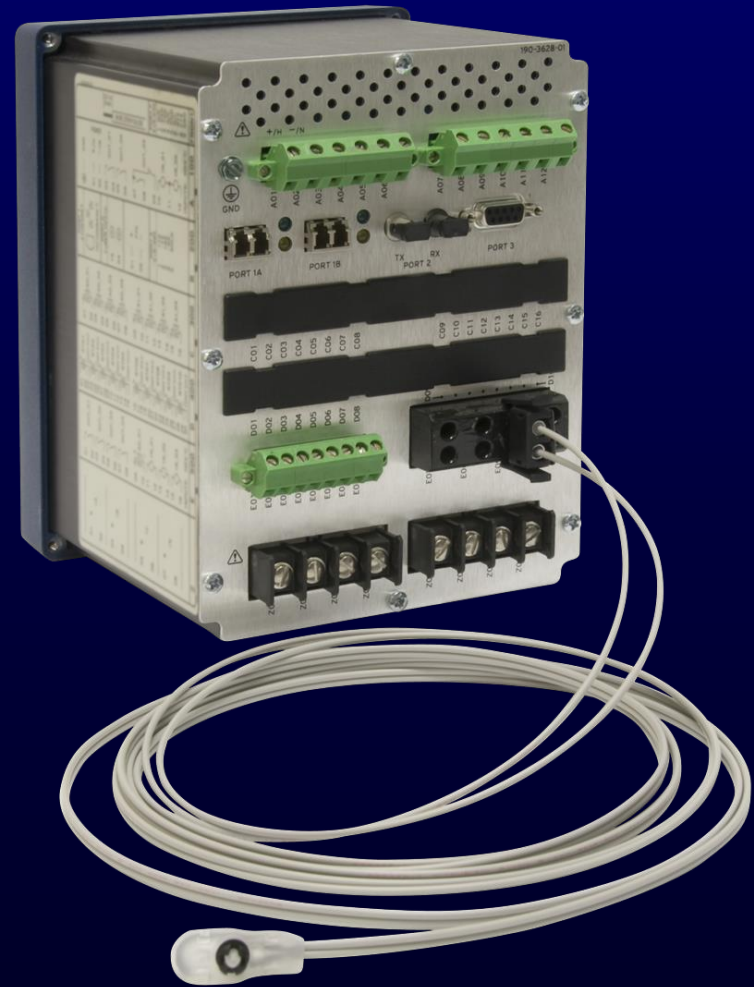
Relé basado en Sobrecorriente No Funciona!



# Inconvenientes de los Relés basados en Sobrecorriente

- Requieren aumento de corriente para disparar
  - ◆ Pendiente lineal fija
  - ◆ La temperatura del motor no se deriva de las corrientes de línea
- Requiere caer el pickup para el reset
  - ◆ Curva basada en constante de tiempo fija
  - ◆ El enfriamiento del motor no es emulado correctamente en todas las condiciones
- No consideran valor inicial de temperatura,  $U_0$

# SEL-710 con opción de Arc-Flash





# Falla de 10 kA, 46 Ciclos

46-Cycle Arc  
Flash

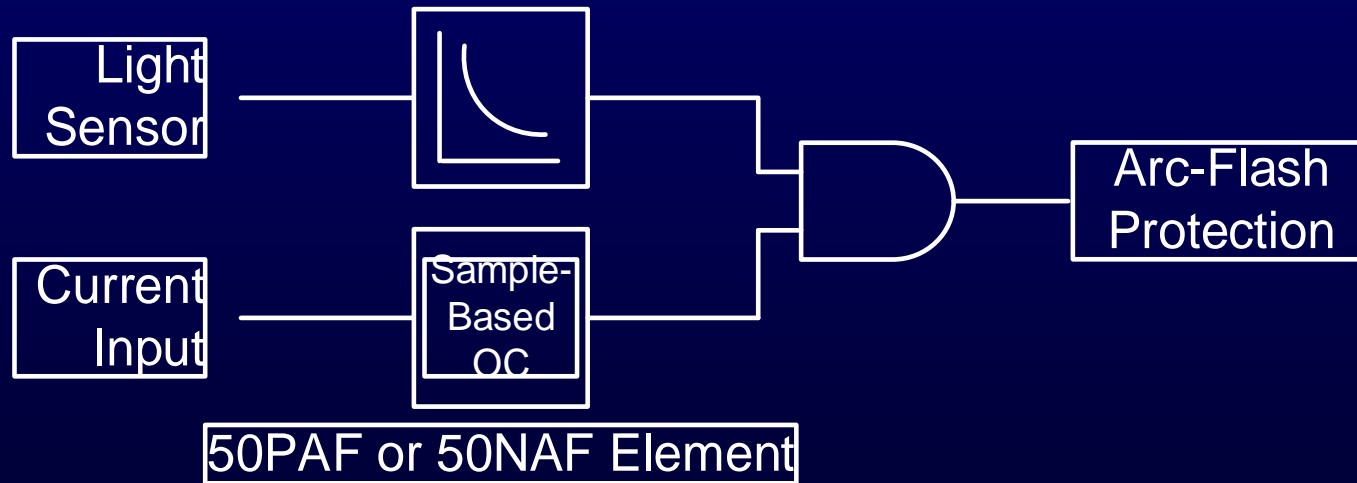
Categoría 3 – 14.8 cal/cm<sup>2</sup>

The image shows the interior of an open electrical switchgear or cabinet. The metal doors are swung open, revealing internal components such as busbars, circuit breakers, and various electrical connections. The interior surfaces appear somewhat worn and dusty. The lighting is somewhat dim, highlighting the metallic textures and the complexity of the internal wiring and components.

# **Reducción de riesgos por Arco Eléctrico**

**Evite el Peligro**

# Time-Overlight Mejora la Seguridad



- Elemento de sobrecorriente ultra rápido
- Medición analógica de intensidad de luz
- Protección rápida y segura

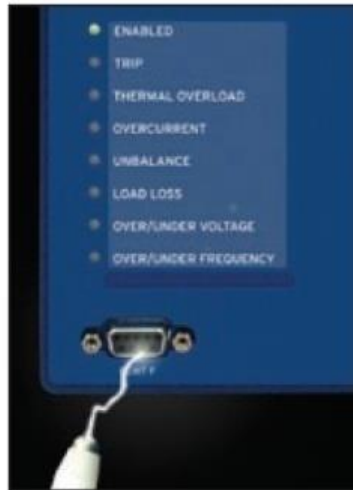
# Falla 10 kA, 5-Ciclos

5-Cycle Arc  
Flash

SEL

Categoría 1 – 1.7 cal/cm<sup>2</sup>

# Soporta Condiciones Extremas



*Electrostatic shock (15 kV)*



*Heat (+85° C)*



*Vibration (15 g shock)*



*Cold (-40° C)*

# La Garantía y Calidad la hacen una Protección de Motor Confiable



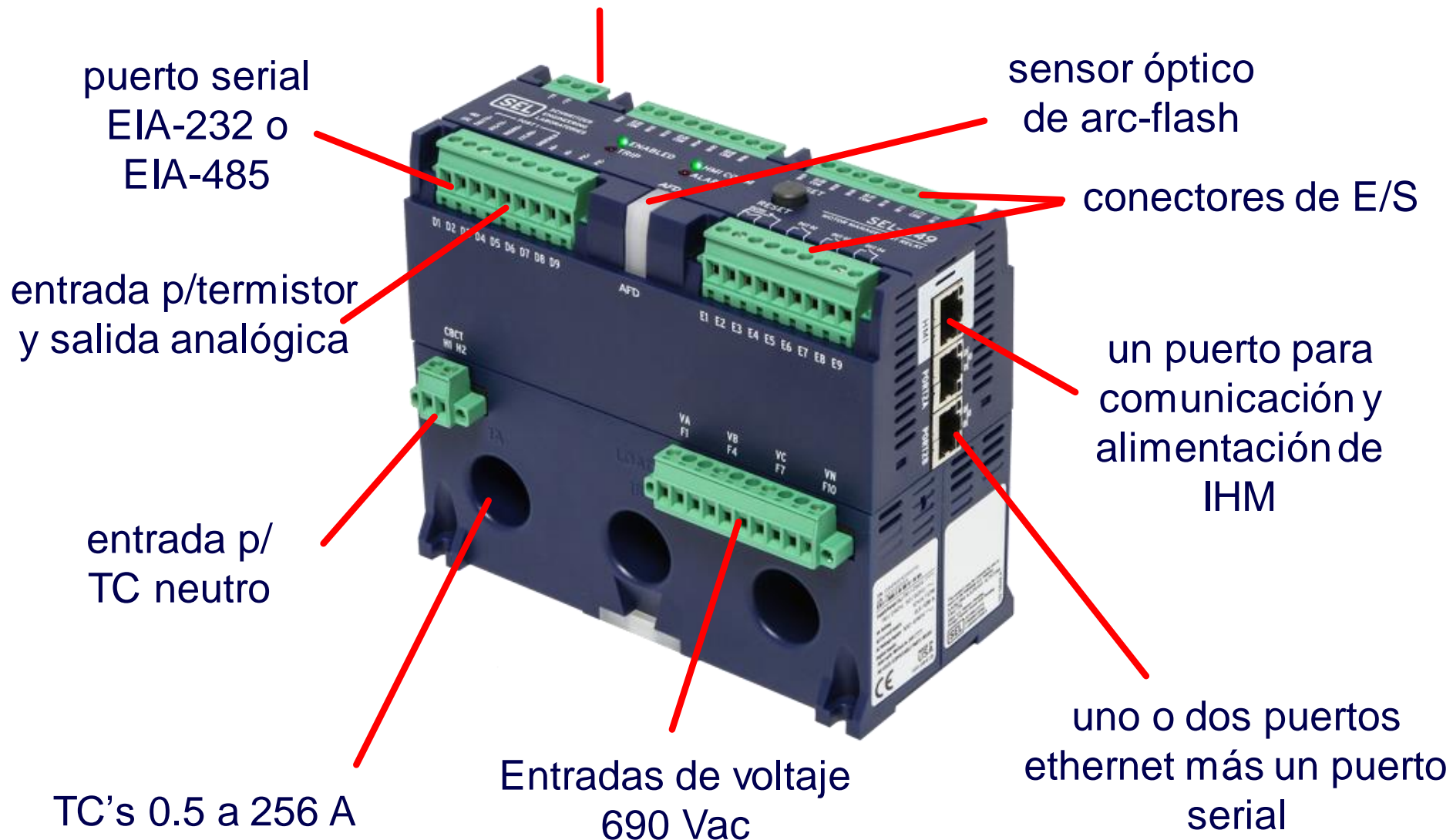


# SEL-849 Relé de Motor Administrable



# Características Externas

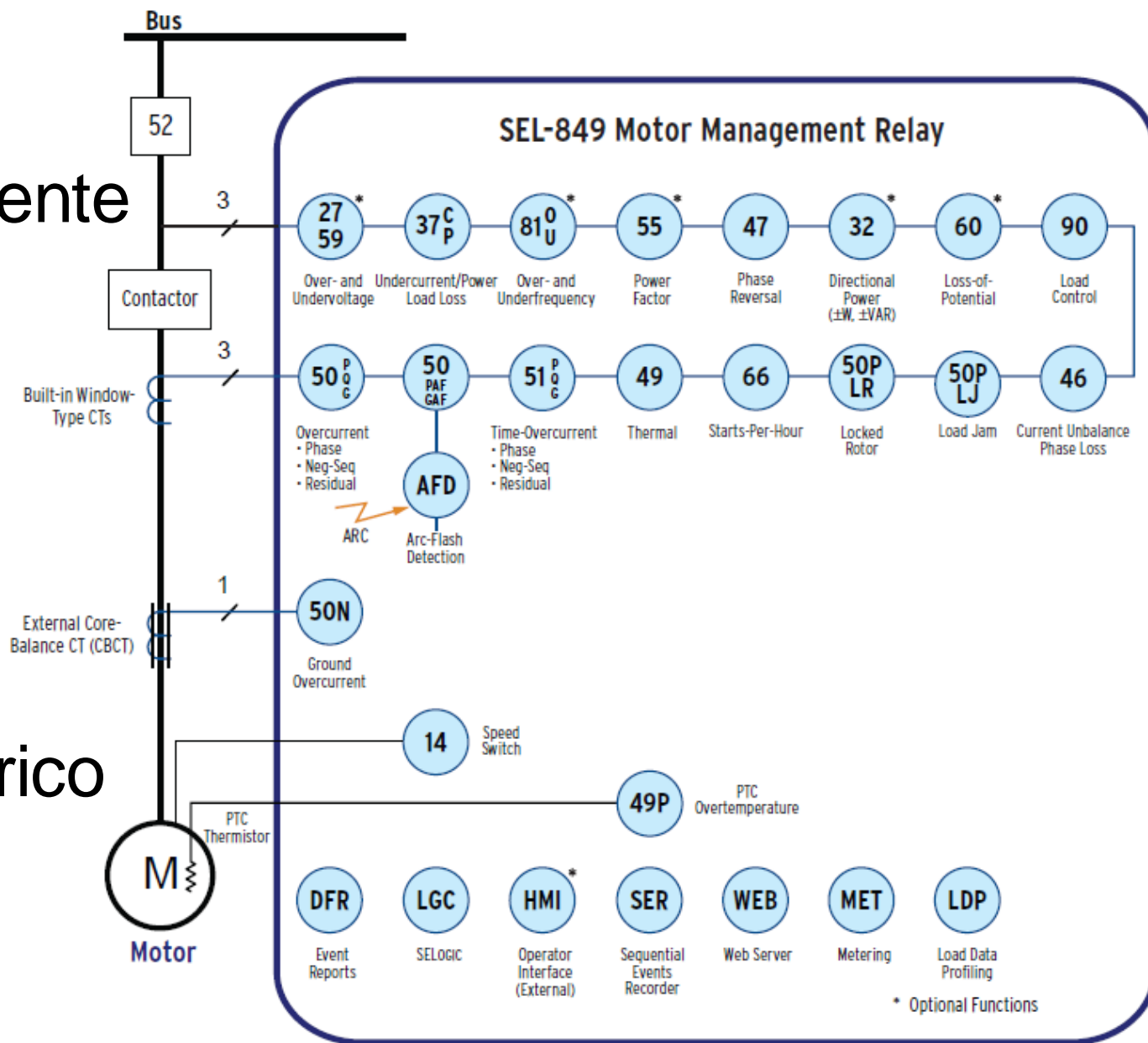
opciones de alimentación— 125 a 250 Vac/Vdc ó 24 a 48 Vdc



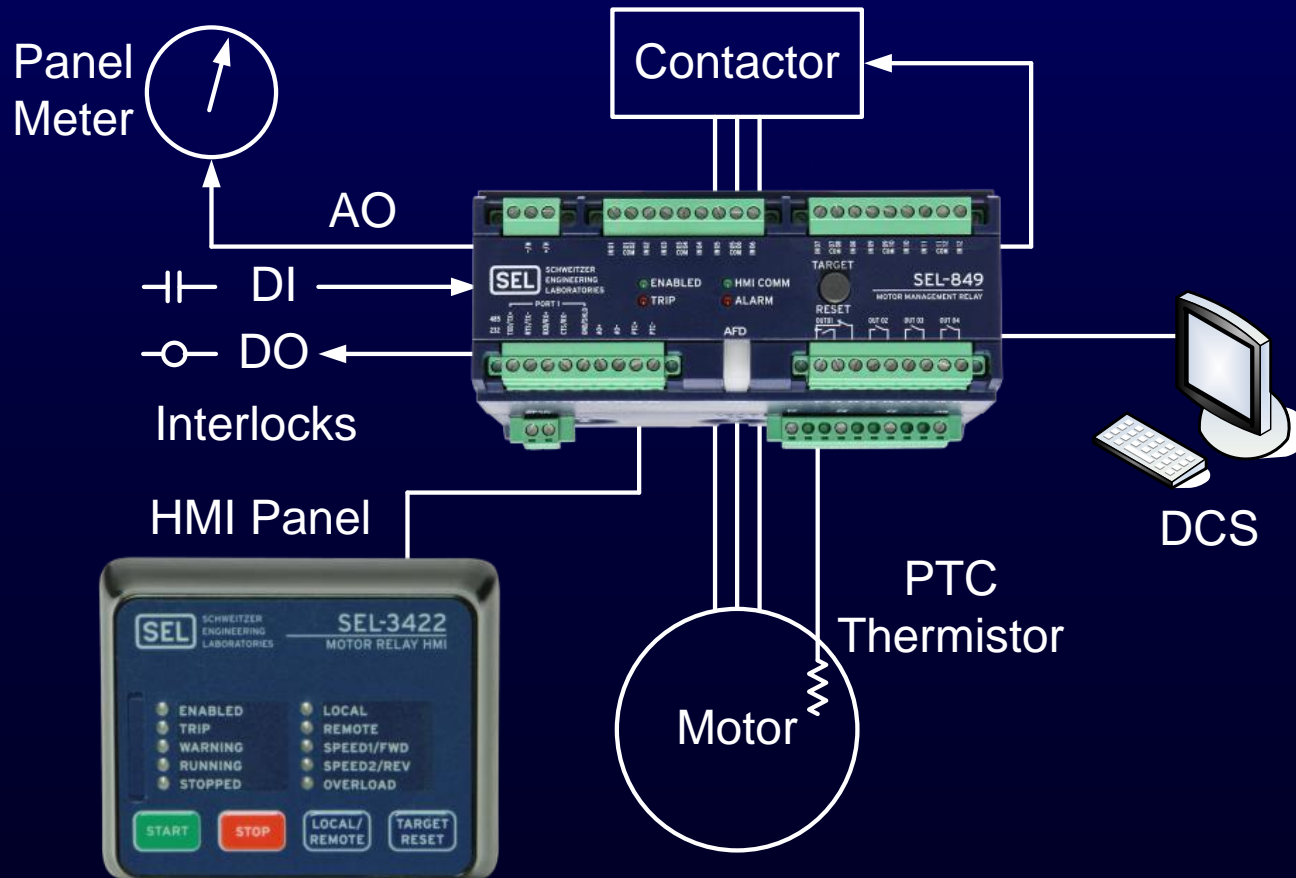


# SEL-849 Elementos de Protección

- Sobrecorriente
- Voltaje
- Potencia
- Modelo Térmico
- Arco Eléctrico

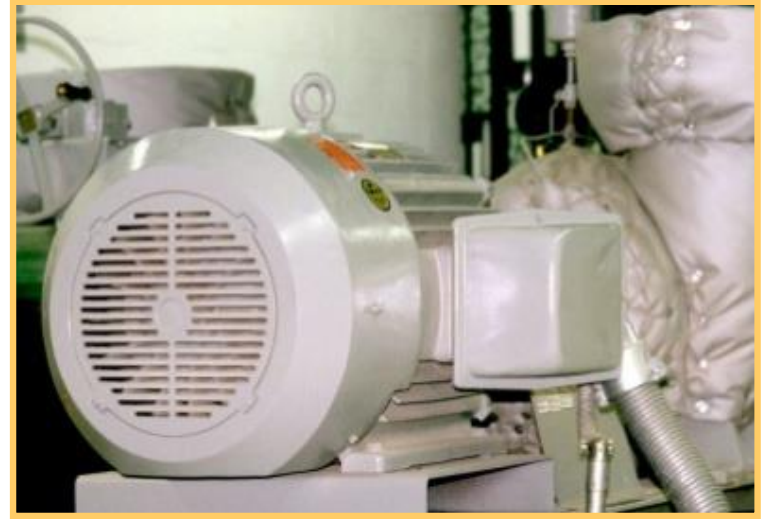


# Solución Total de Protección y Control



# SEL-849 Aplicado en CCM Baja Tensión

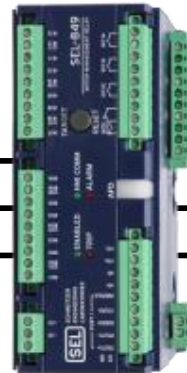
## Protección Económica p/Motores Pequeños



Magnetic  
Breaker



Contactor



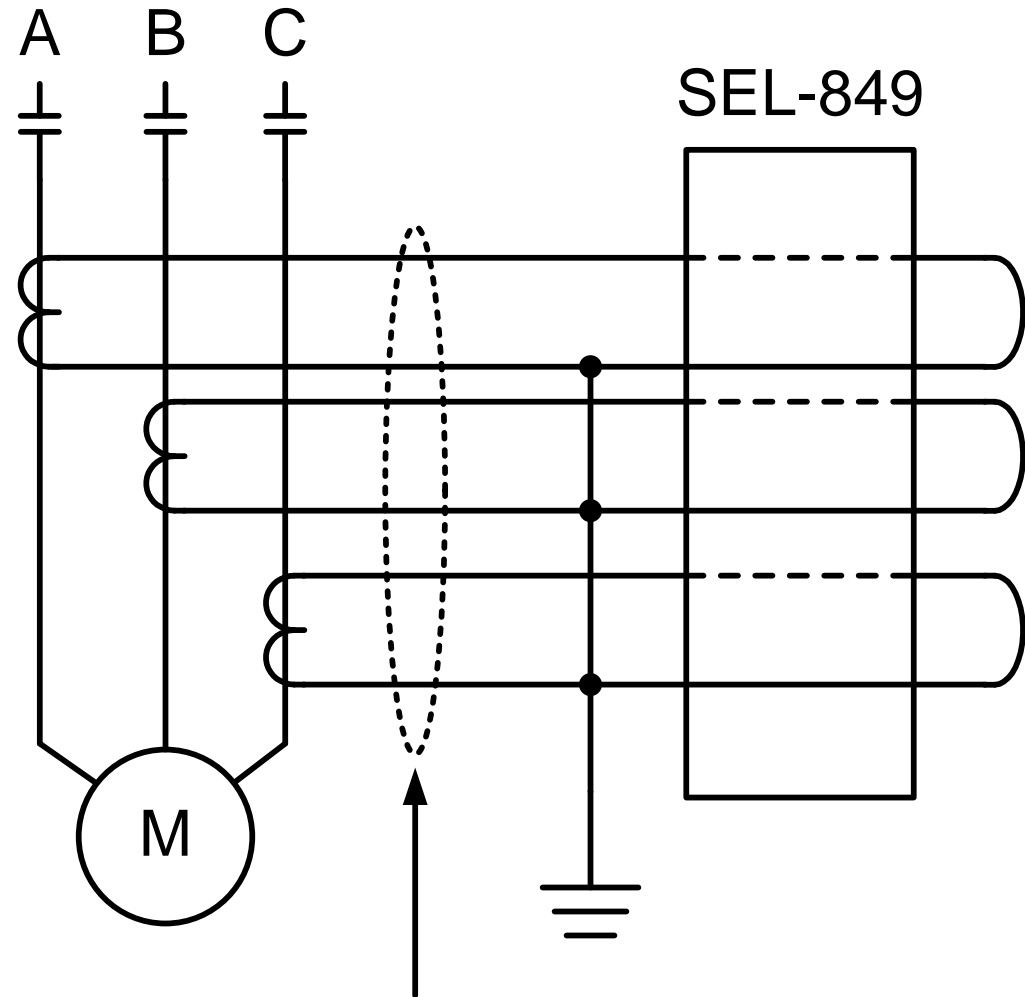
SEL-849



Motor

# SEL-849 Aplicado en Motores Grandes

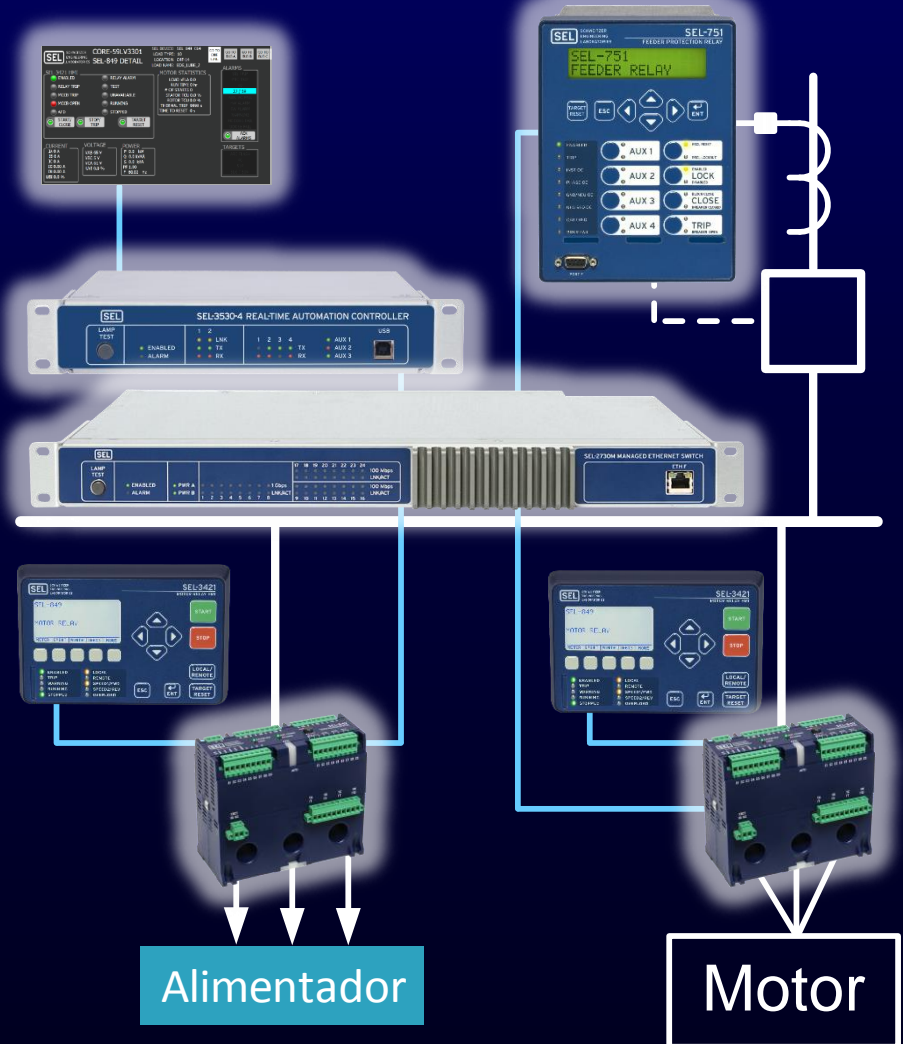
## Protección Poderosa p/Motores Grandes



Loop Motor CTs Through SEL-849

# MOTORMAX Redefine la Administración de los Motores de Baja Tensión

- Protección completa
- Protección contra arco eléctrico
- Mejora en el monitoreo del sistema
- Administración remota
- Precio competitivo
- Escalable a cualquier tamaño de CCM





¿Preguntas?

