



Centro de  
Formación



# ACCIONAMIENTOS.

Una marca de  
**Schneider**  
Electric

*Elementos finales y necesarios  
para la puesta en marcha  
de máquinas o sistemas.*



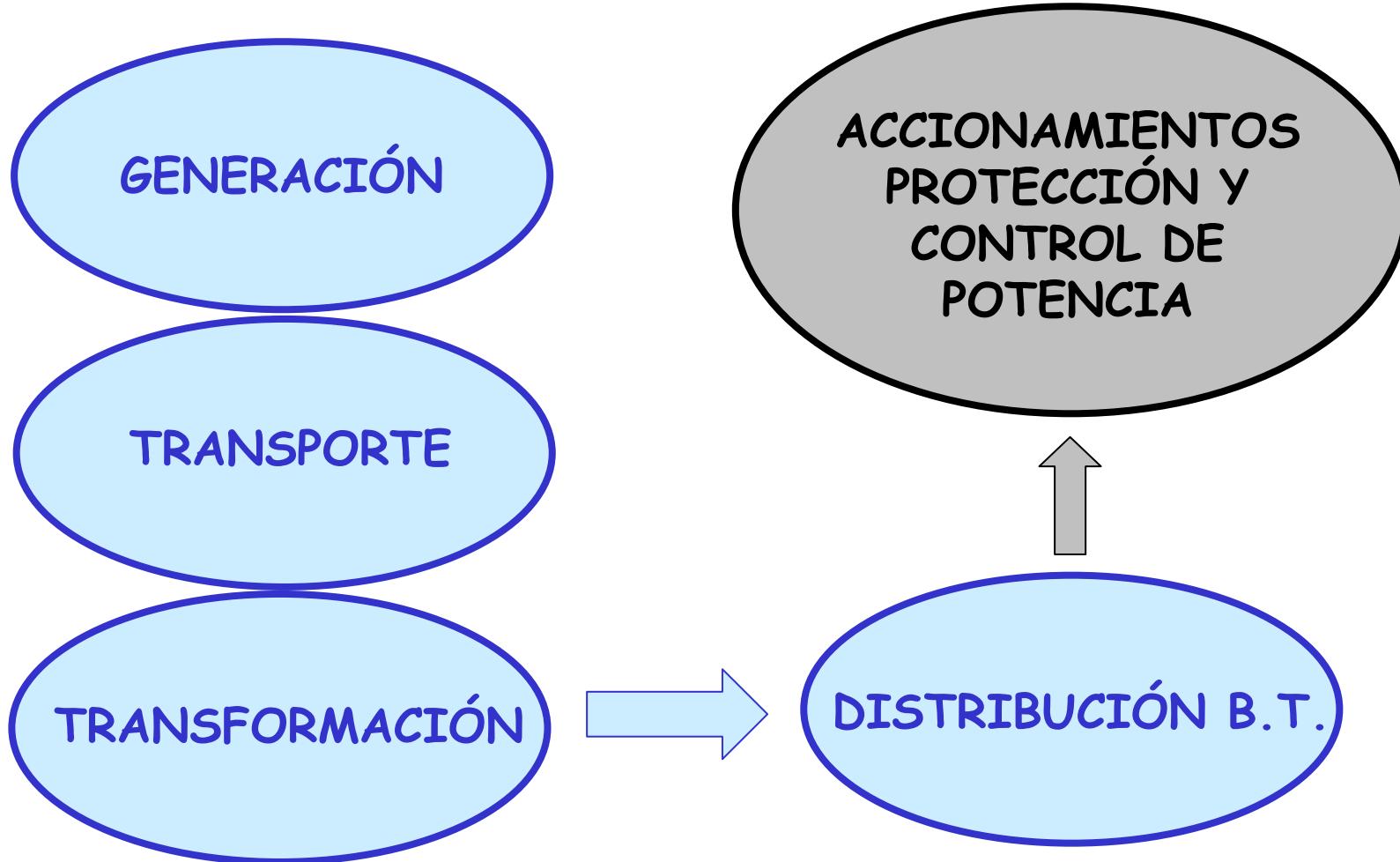
**Telemecanique**

Octubre 2005

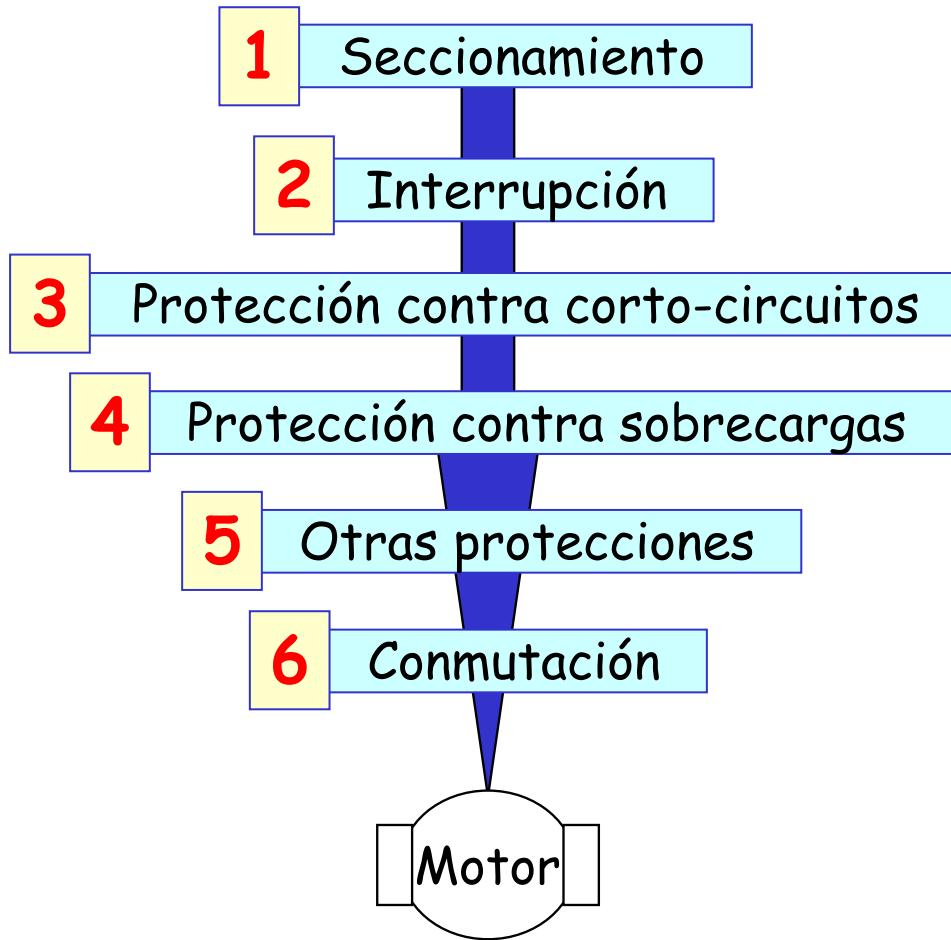
# TEMARIO

- *Tipos de accionamientos.*
- *Accionamientos más usados en la industria.*
- *Accionamientos sobre motores:*
  - Motores asíncronos.*
  - Servomotores.*
- *Arranques por contactores de nueva generación.*
- *Arrancadores electrónicos.*
- *Variadores de velocidad.*
- *Amplificadores para servos.*
- *Ultimas novedades en accionamientos.*

# ACCIONAMIENTOS



# ACCIONAMIENTOS

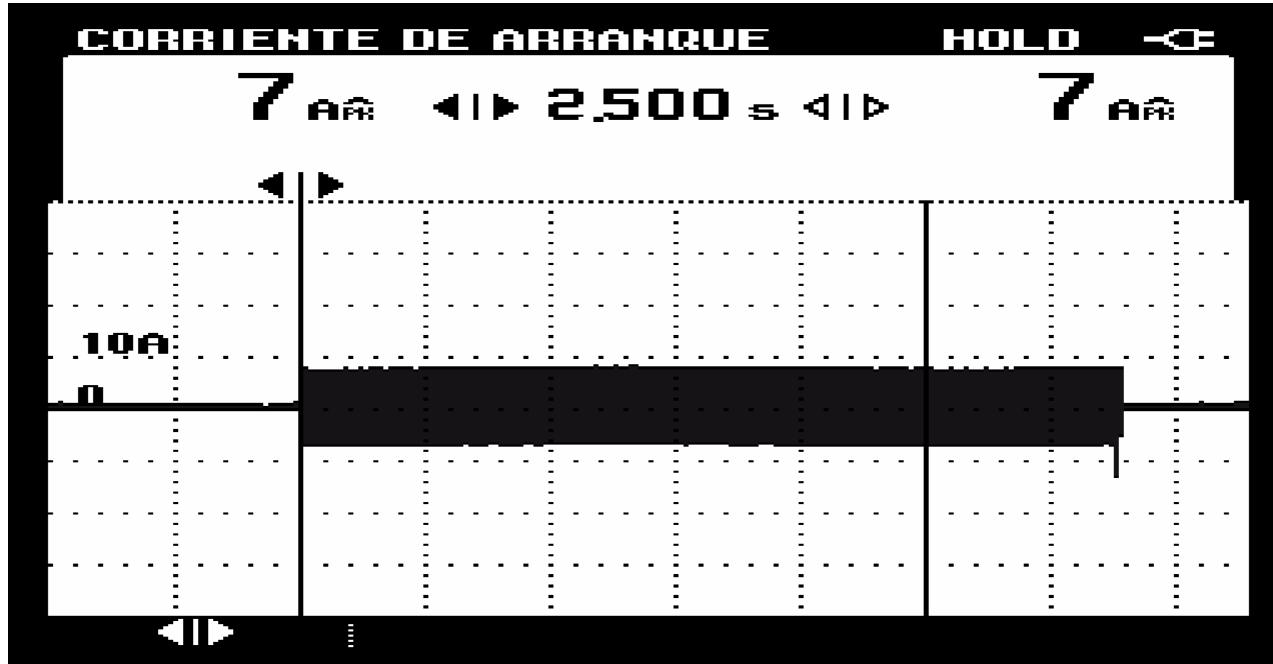


# ACCIONAMIENTOS

- Las funciones citadas se realizan sobre la carga del circuito.
- Los tipos de carga pueden ser:
  - Resistivas.
  - Motores.
  - Alumbrado Incandescente ó de Descarga.
  - Transformadores.
  - Condensadores.
  - Etc.
- ¡¡ Y no se comportan todas igual. !!

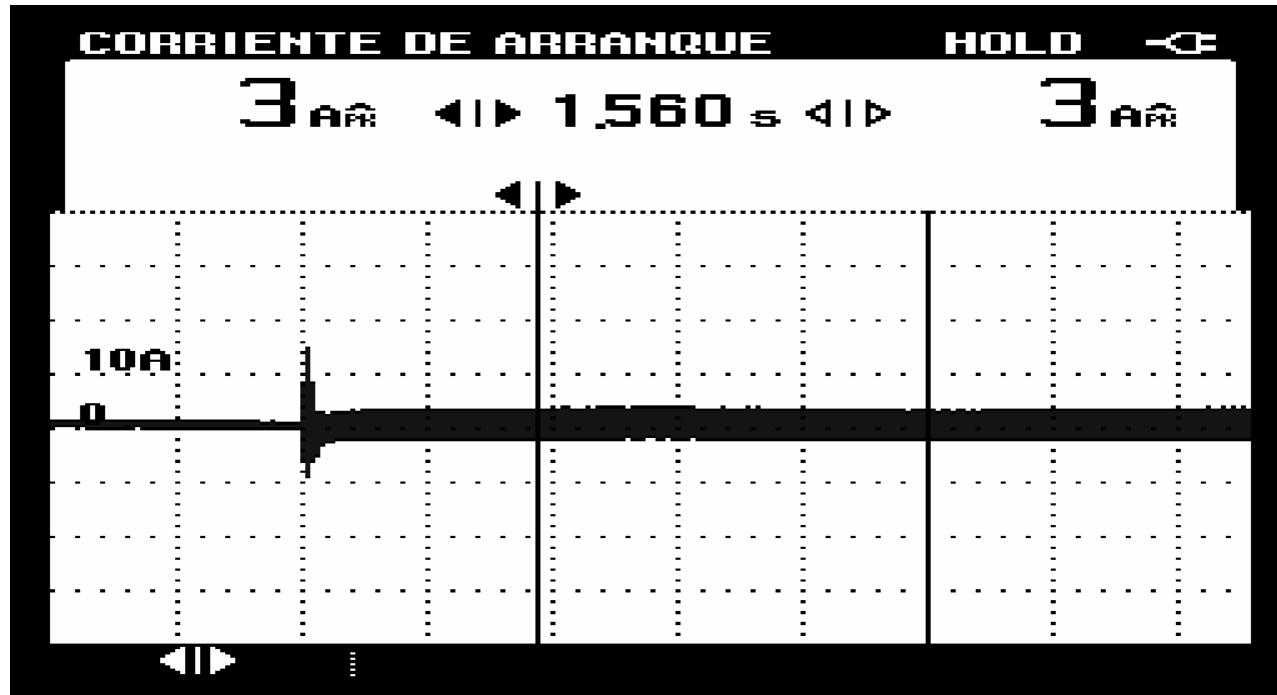
Veamos unos ejemplos.

# ACCIONAMIENTOS



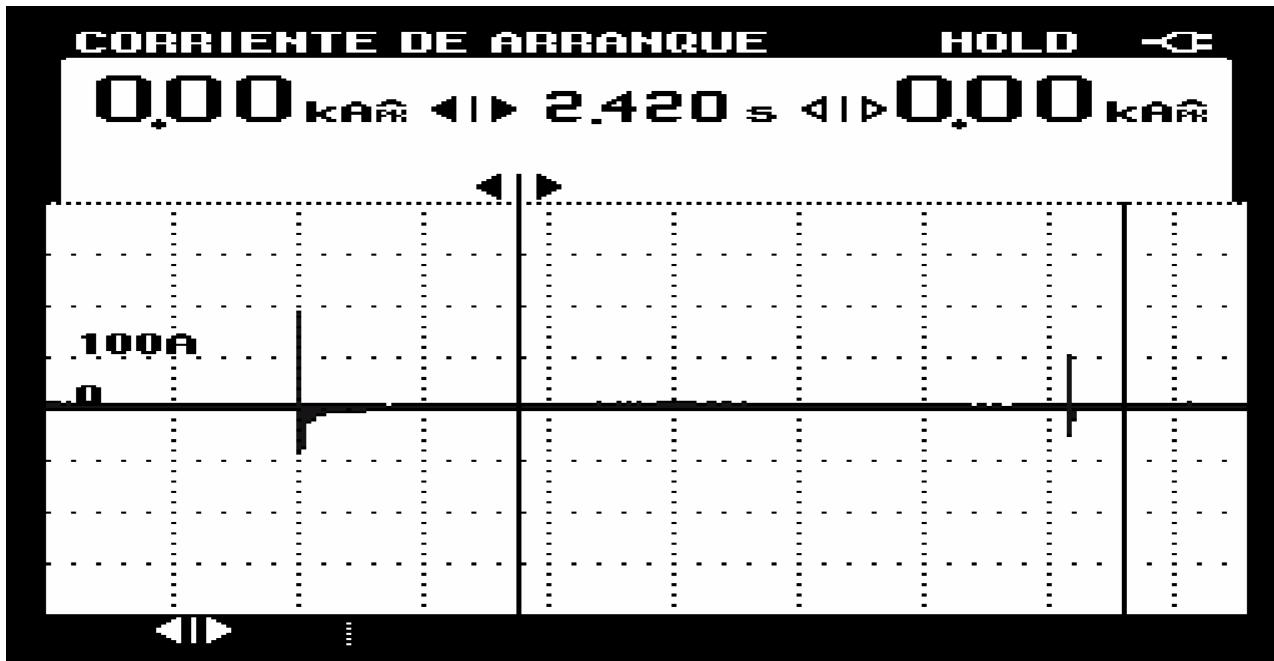
- EN RESISTENCIA DE POTENCIA:
- El consumo pasa de 0 a  $I_n$ .
- En conexión y desconexión pueden verse picos, pero siempre menores de  $2 \times I_n$ .

# ACCIONAMIENTOS



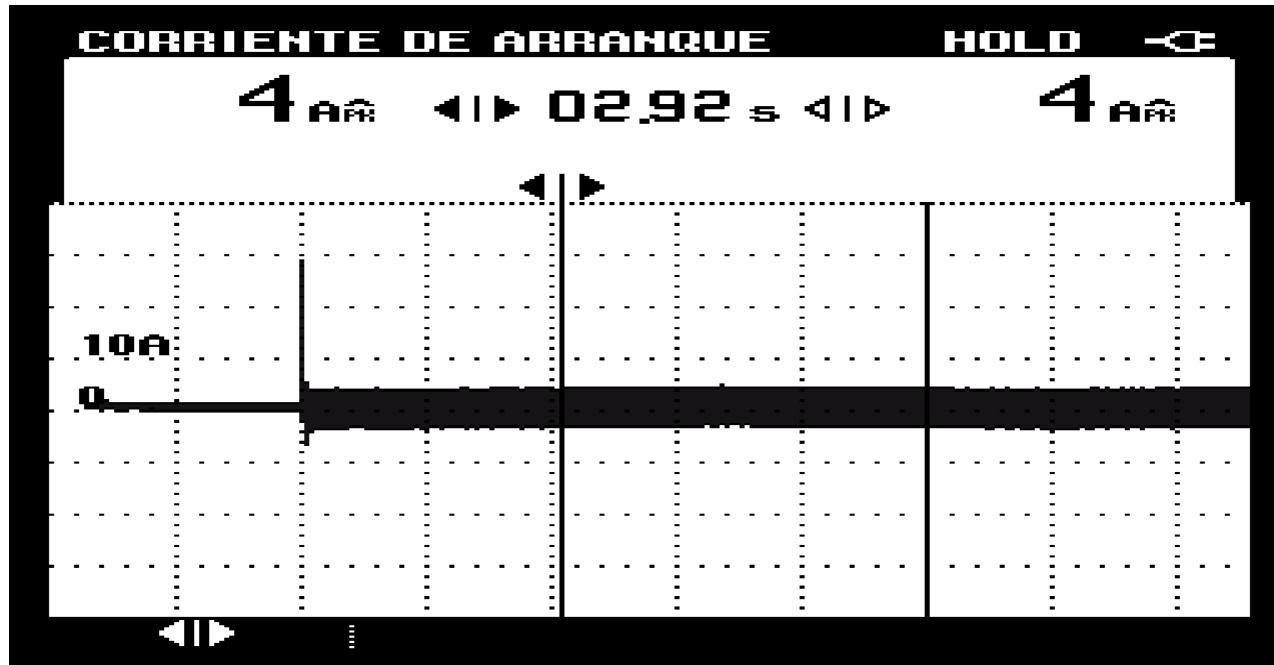
- EN UN MOTOR DE 0,37 KW EN ARRANQUE DIRECTO:
- Presenta un pico de conexión y genera un arco al desconectar.
- En conexión pueden verse un pico de aprox.  $4,5 \times I_n$

# ACCIONAMIENTOS



- EN UN TRANSFORMADOR DE MANIOBRA:
- En conexión pueden verse un pico de aprox.  $20 \times I_n$ .
- En desconexión pueden verse un pico algo inferior.

# ACCIONAMIENTOS



- EN UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN POR LÁMPARAS INCANDESCENTES:
- En conexión en frío puede verse un pico de aprox.  $12 \times I_n$
- En conexión en caliente puede verse un pico de aprox.  $3 \times I_n$

# ACCIONAMIENTOS



Veamos a continuación  
los distintos tipos de  
**ACCIONAMIENTOS.**

# LA CONEXIÓN

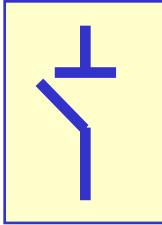


- La función de la conexión nos permite unir ó separar un circuito de la red.
- Puede ser:
  - Manual.
  - Automática (Comutación).
- Se puede realizar:
  - En vacío.
  - En carga.

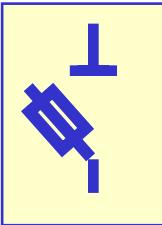
# LA CONEXIÓN



En vacío:



Seccionador:  
Aísla y corta sin carga.  
Accionamiento manual.



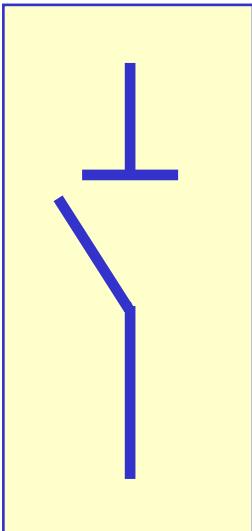
Seccionador fusible:  
Aísla, corta sin carga y protege.  
Accionamiento manual.

# EL SECCIONADOR

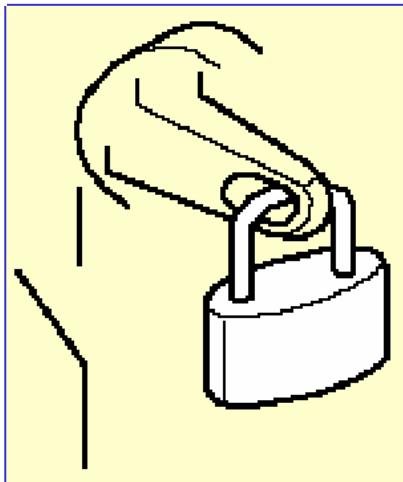
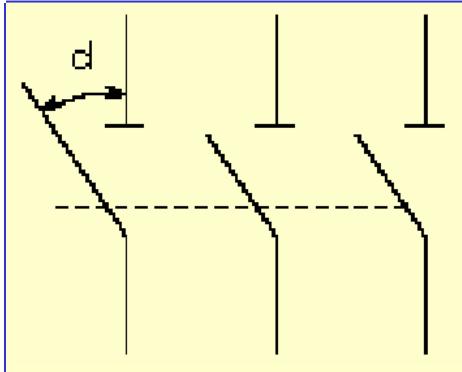
La función del seccionador es la de **aislar o separar** eléctricamente de la red el circuito aguas abajo.

Según los modelos pueden añadirse:

- Contactos auxiliares.
- Manetas de accionamiento.
- Fusibles.



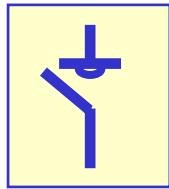
# EL SECCIONADOR



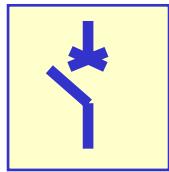
- **FUNCIONAMIENTO:**
  - Su accionamiento es manual.
  - **Siempre sin carga.**
- **CARACTERISTICAS:**
  - Corte omnipolar.
  - Corte plenamente aparente.
  - Distancias de aislamiento.
  - Enclavamiento.
  - Posibilidad de contactos auxiliares de Pre-corte.

# LA CONEXIÓN

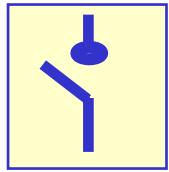
En carga:



Interruptor:  
Aísla y corta en carga.  
Accionamiento manual.

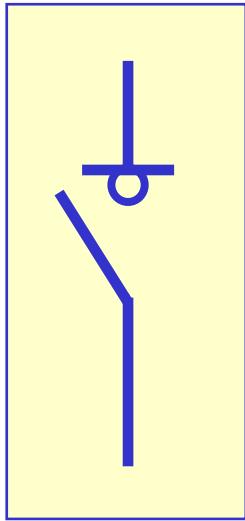


Disyuntor:  
Aísla, corta en carga y protege.  
Accionamiento manual.



Contactor:  
Aísla y corta en carga.  
Accionamiento automático.

# EL INTERRUPTOR



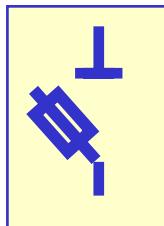
El interruptor permite **aislar o separar** eléctricamente de la alimentación el conjunto de circuitos de potencia y de control.

El interruptor **permite la desconexión en carga**, pudiendo desconectar su intensidad nominal.

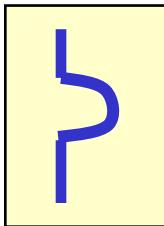
# EL INTERRUPTOR

- **FUNCIONAMIENTO:**
  - Es de accionamiento manual.
  - Corta en carga.
- **CARACTERISTICAS:**
  - Corte omnipolar.
  - Garantizando las distancias de aislamiento.
  - Corte plenamente aparente (posición maneta).
  - Enclavamiento.
  - Colores estandarizados:
    - Rojo/Amarillo para Interruptor general y de Emergencia.
    - Negro para Interruptor - seccionador.

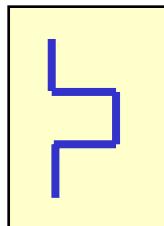
# LAS PROTECCIONES



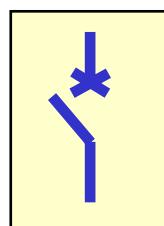
Fusible.  
Protege contra cortocircuitos.



Protección magnética.  
Protege contra cortocircuitos y/o sobrecargas .



Rele térmico.  
Protege contra sobrecargas.



Disyuntor.  
Protege contra cortocircuitos o contra cortocircuitos y sobrecargas.

# LAS PROTECCIONES

Defectos en los circuitos producidos por:

## Cortocircuito:

- Sobrecorriente,
- Porcentualmente muy elevada (mucho mayor que la In.)
- Debida a la unión de dos puntos de un circuito, a diferente tensión, a través de una impedancia despreciable.

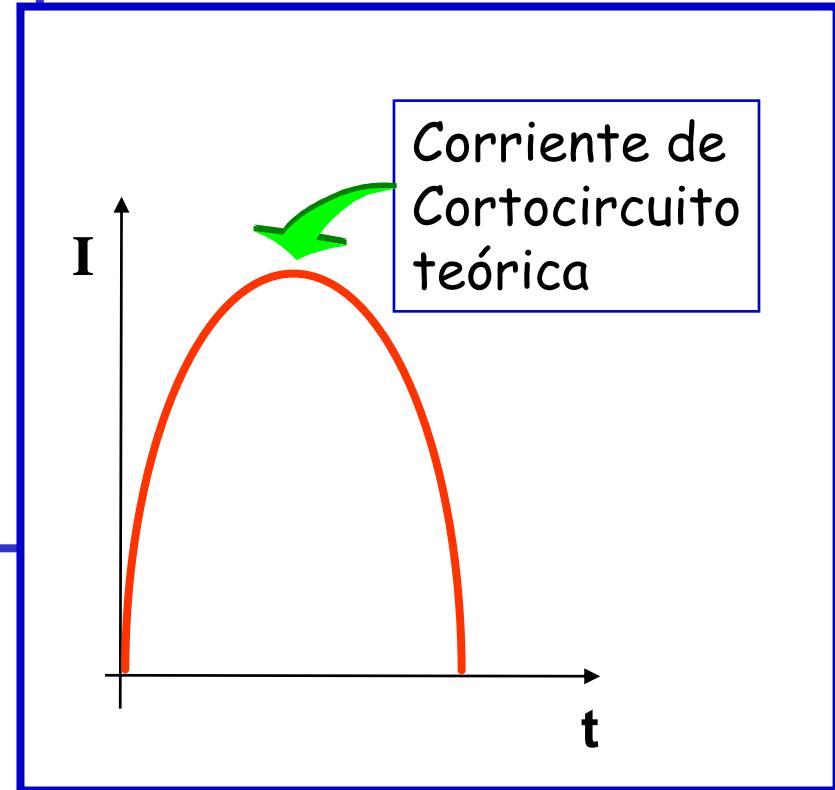
## Sobrecarga:

- Sobrecorriente.
- Porcentualmente baja (por ejemplo, hasta un 10 %.)
- Debida a situación normal - transitoria - prevista:  
Arranque de un motor.
- Debida a situación anormal - no transitoria - no prevista:  
Exceso de carga, rozamientos, ...

# EL CORTOCIRCUITO

Se produce un fenómeno:

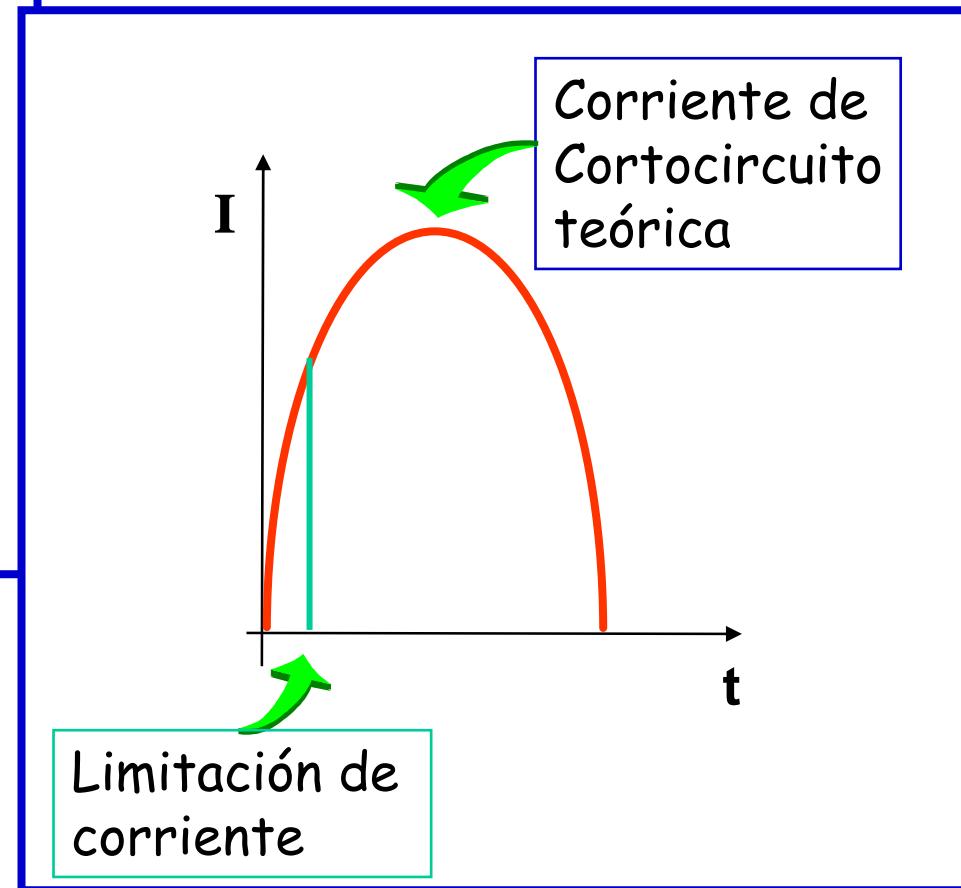
- Casi instantáneo.
- De aumento muy brusco de la corriente.
- Y con gran desprendimiento de energía: Calor.



# EL CORTOCIRCUITO

**La aparamenta debe:**

1. Detectar la corriente rápidamente ( $di/dt$ ).
2. Abrir los contactos rápidamente.
3. Limitar la corriente de cortocircuito.



# EL CORTOCIRCUITO

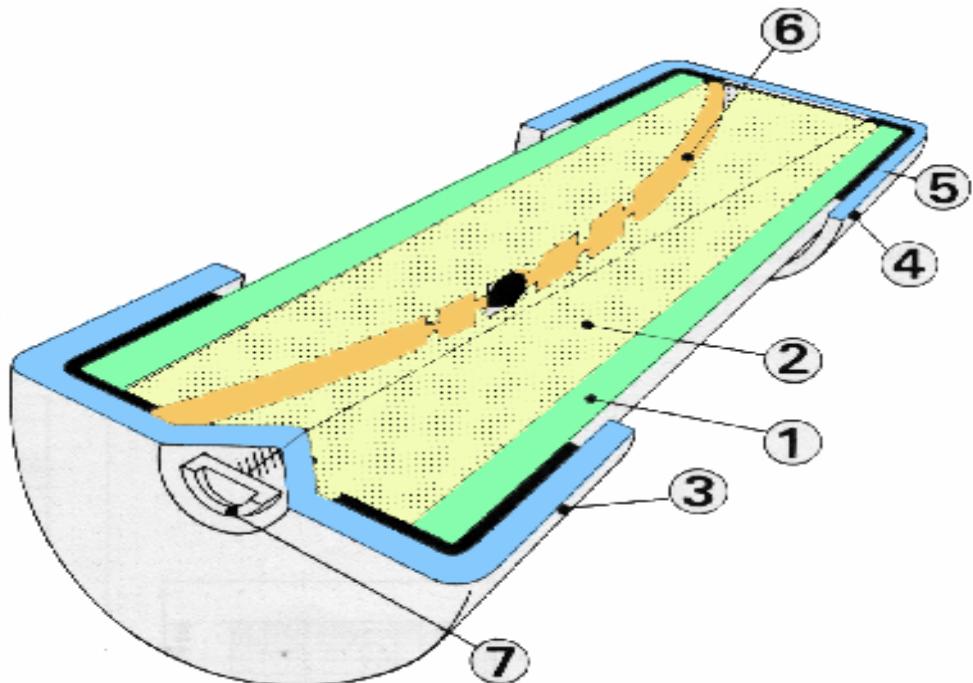
## Consecuencias:

- Incremento muy brusco y elevadísimo de la corriente.
- Destrucción casi instantánea de la parte afectada.

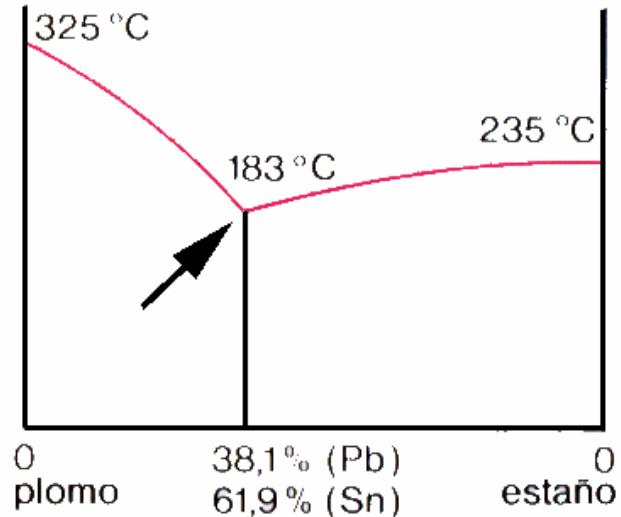
## Actuación:

- Corte muy rápido de la corriente para **evitar destrucción de la "instalación."**

# EL FUSIBLE

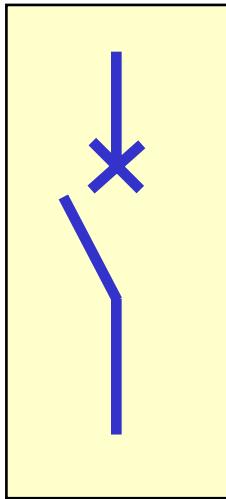


- |                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| 1 Cuerpo cerámico.        | 4 Contacto inferior.   |
| 2 Arena.                  | 5 Anillo de contacto.  |
| 3 Contacto con indicador. | 6 Elemento de fusión.  |
|                           | 7 Indicador de fusión. |



punto EUTÉCTICO de una aleación plomo-estaño

# LA PROTECCIÓN MAGNÉTICA

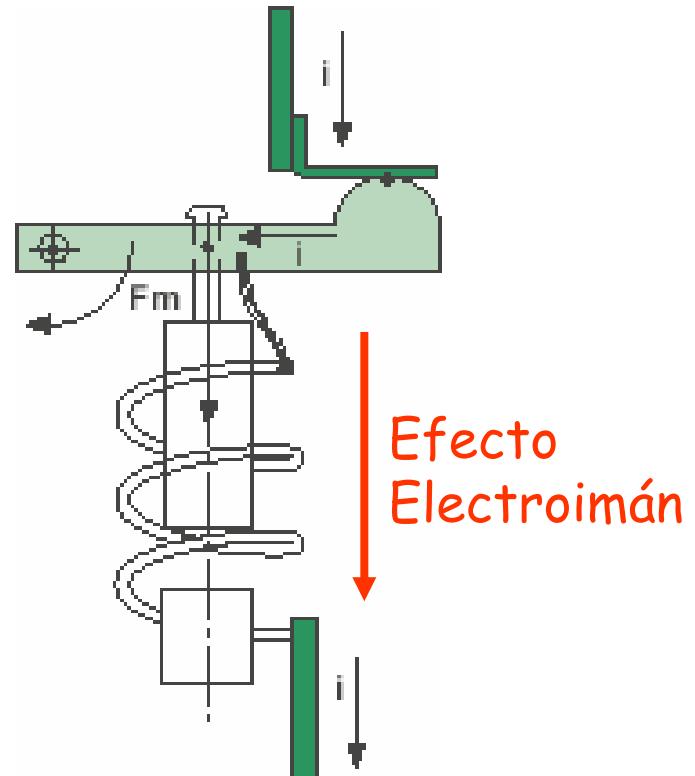
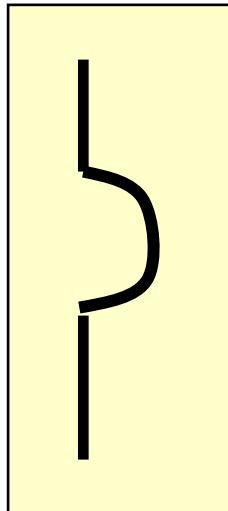


La función de protección magnética permite **cortar automáticamente** la alimentación de un circuito o receptor cuando se produce un **defecto por cortocircuito**.

Es necesario para proteger la **instalación** y al **operario**.

# LA PROTECCIÓN MAGNÉTICA

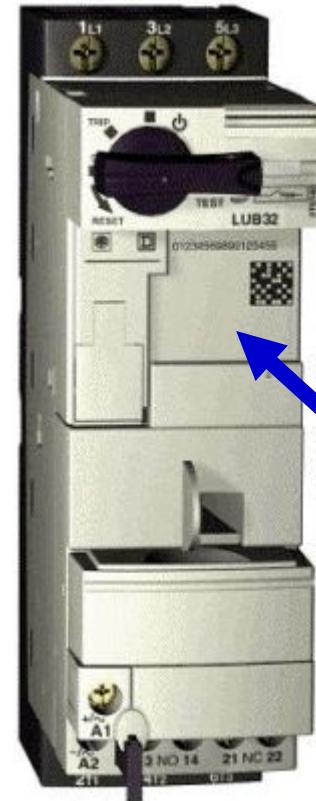
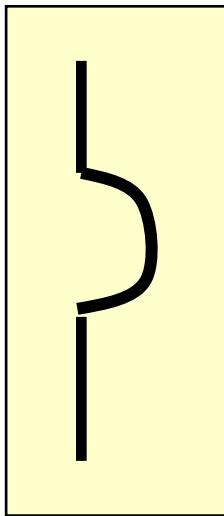
Protección magnética  
Electromecánica:  
Disyuntor.



# LA PROTECCIÓN MAGNÉTICA



Protección magnética  
Electrónica.



Unidad  
de  
Control.



# LA SOBRECARGA

Normal:

Sobrecorriente, porcentualmente baja,  
debida a una situación **normal** - **transitoria** - **prevista**.  
Por ejemplo: Arranque motor, variaciones de carga, Etc.

Esta situación " normal " puede tener **particularidades**:

- Arranque muy lento.
  - Arranques frecuentes.
  - Arranque y frenado sucesivos.
  - Variaciones muy bruscas de la carga.
  - Etc.
- 
- **Todo esto debe de estudiarse para escoger la aparamenta y diseñar la instalación.**

# LA SOBRECARGA

Anormal:

Sobrecorriente, porcentualmente baja pero prolongada, debida a situación **anormal** (que debe de ser interrumpida).

Por ejemplo:

- Defectos de arranque (duración excesiva).
- Rotor bloqueado.
- Exceso de carga (máquina arrastrada).
- Valores fuera límite (tensión, fallo fase, frecuencia...)
- Defectos ventilación, engrase,...
- Defectos mecánicos (rozamientos, desalineación,...)

Consecuencias

**Calentamiento (duración + corriente) hasta destrucción.**

Actuación

Desconexión para **evitar destrucción del motor.**

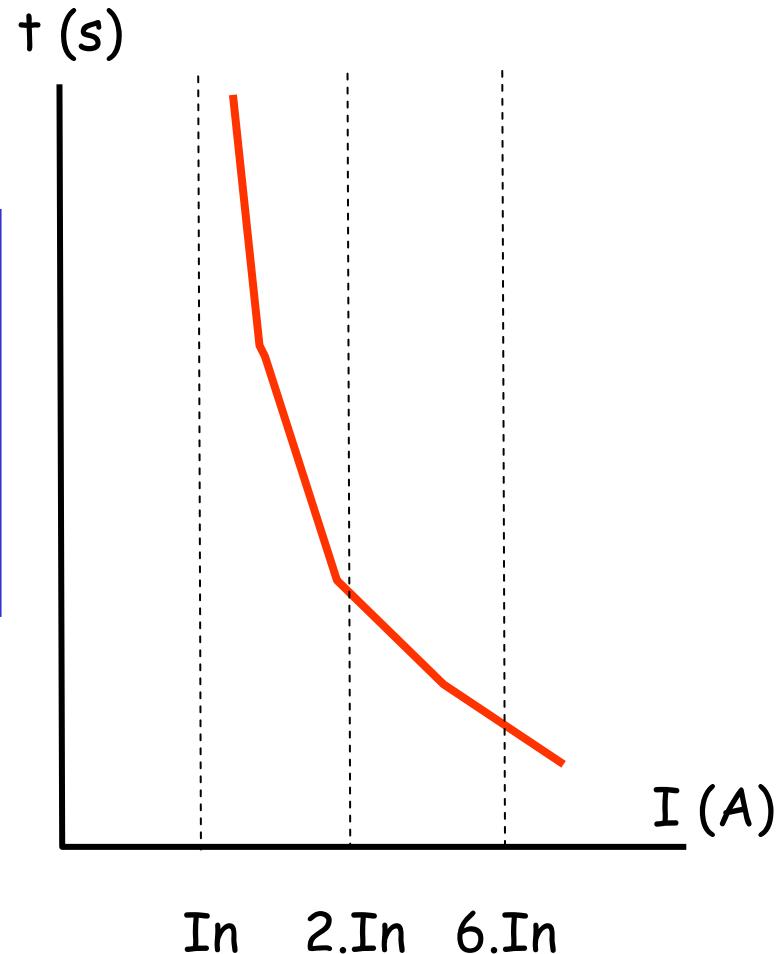
# LA SOBRECARGA

Reacción:

Reaccionamos en base a:

Valor de la sobrecarga ( $\times I_n$ ).

Tiempo en sobrecarga (s).



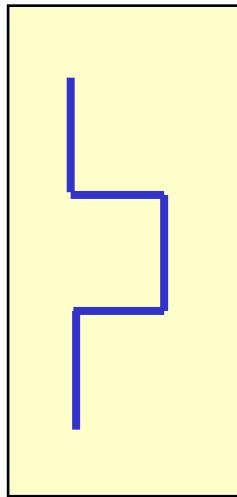
# LA SOBRECARGA



Estudio sobre 9.000 casos de fallos de motores:

Sobrecargas.	30%
Contaminación (ejemplo: atmósfera corrosiva).	19%
Ausencia de fase.	14%
Fallo de los cojinetes.	13%
Envejecimiento (ej: temperatura ambiente demasiado elevada).	10%
Fallos en el rotor.	5%
Varios.	9%

# LA PROTECCIÓN TÉRMICA

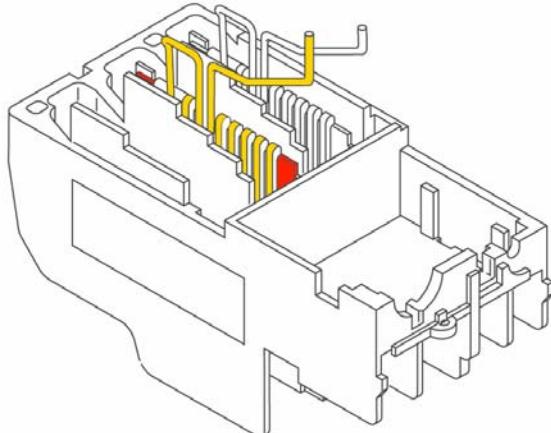
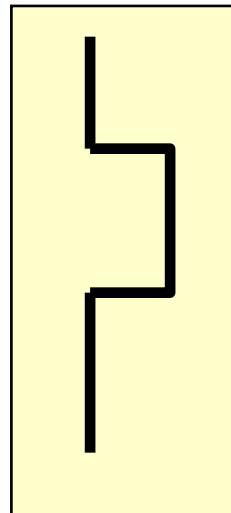


La función de protección térmica permite **detectar un defecto por sobrecarga** enviando la señal correspondiente al elemento de potencia **y este se encarga de interrumpir la misma.**  
Se utiliza para proteger el motor.

# LA PROTECCIÓN TÉRMICA



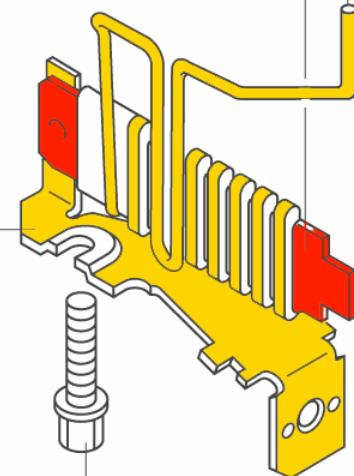
## Relés térmicos bimetálicos



Entrada de potencia

Bilámina principal

Placa



Tornillo de  
regulaje

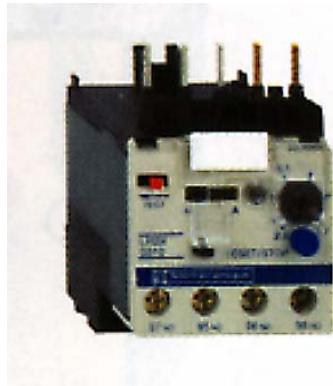
# LA PROTECCIÓN TÉRMICA

**El relé térmico:**

Es un mecanismo de protección contra sobrecargas.

Actúa en combinación con un contactor.

Su acción es sobre el circuito de control.

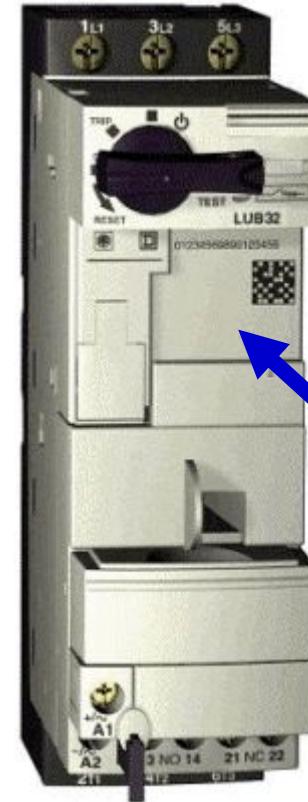
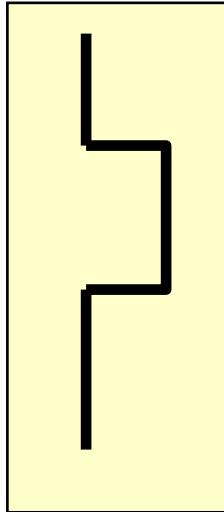


Relés térmicos  
bimetálicos

Relés electrónicos

# LA PROTECCIÓN TÉRMICA

## Relés térmicos Electrónicos



Unidad  
de  
Control



# LA PROTECCIÓN TÉRMICA

- Los relés térmicos bimetálicos se basan en el calentamiento de una lámina formada por dos metales distintos.
- Esto lo hace mas sensible a la temperatura ambiente.
- Los relés térmicos electrónicos se basan en la medición de la corriente.
- No se basan en fenómenos térmicos.
- Sus escalas de regulación son mas amplias, son necesarios menos modelos para completar la gama.

# LA PROTECCIÓN TÉRMICA

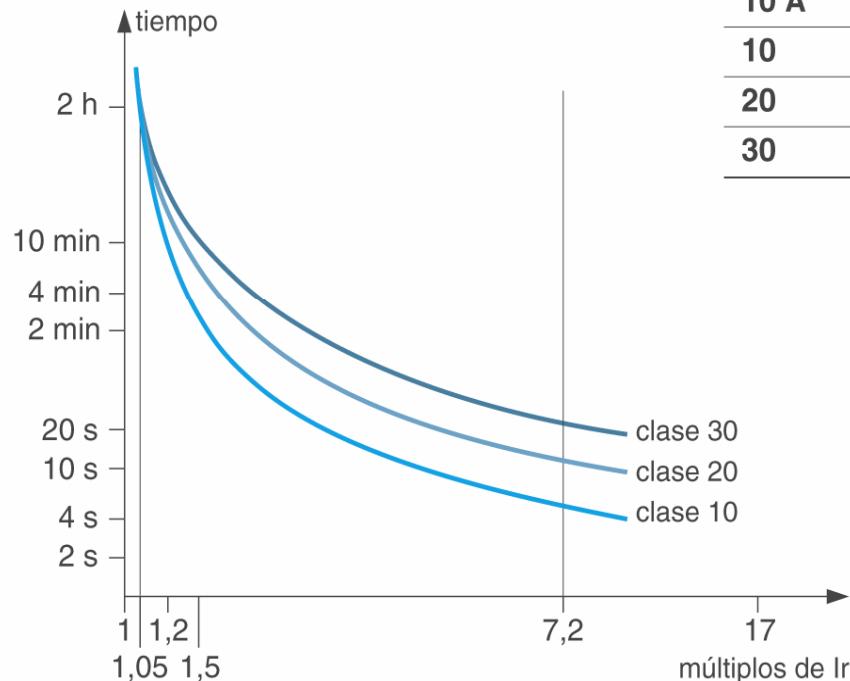


## Curvas de disparo:

- La curva define el comportamiento del relé.
- Relacionan el valor de sobrecarga con el tiempo que dicha sobrecarga es admitida antes de provocar un disparo.
- No todos los arranques de motor son iguales, un mismo motor en aplicaciones distintas se comportará diferente.
- El factor determinante es tipo de carga que tengamos que arrancar.
- Existen cargas que requieren poco par en el arranque.
- Sin embargo otras implican arranques pesados con alto consumo de corriente, durante un tiempo largo.
- La solución no es aumentar el ajuste de corriente de disparo.
- Debemos elegir un relé con la clase de disparo adecuado.
- Si el arranque es pesado y largo elegiremos una clase mas alta.

# LA PROTECCIÓN TÉRMICA

## Curvas de disparo:



Curvas de disparo de los relés térmicos

Clase	1,05 Ir	1,2 Ir	1,5 Ir	7,2 Ir
	tiempo de disparo en frío			
10 A	> 2 h	< 2 h	< 2 min	2 s ≤ tp ≤ 10 s
10	> 2 h	< 2 h	> 4 min	2 s ≤ tp ≤ 10 s
20	> 2 h	< 2 h	> 8 min	2 s ≤ tp ≤ 20 s
30	> 2 h	< 2 h	> 12 min	2 s ≤ tp ≤ 30 s

### Reglaje

La corriente límite de disparo está comprendida entre **1,05 y 1,20 Ir**

# LA PROTECCIÓN TÉRMICA

## Sondas PTC.



LT3-S

Se usa en conjunto con unas sondas PTC incluidas en los bobinados del motor

- Se basan en el cambio de valor óhmico de las sondas PTC.
- Las sondas se instalan en los devanados del motor, donde miden directamente temperatura.
- Están conectadas a un circuito electrónico que controla las mediciones.
- Si se rebasa el valor critico se conecta un pequeño rele.
- Los contactos de este rele conectados en serie con el circuito de mando hacen caer el contactor.
- Protección muy precisa.
- Se usa en casos críticos, muchas maniobras, temperatura ambiente alta, etc.

# OTRAS PROTECCIONES

- Las protecciones básicas son:
  - Cortocircuitos.
  - Sobrecargas.
- Las protecciones especiales son:
  - Asimetría de fases.
  - Ausencia de fase.
  - Fugas a tierra.
  - Subcarga.
  - Rotor bloqueado.
  - Arranque largo.
- Los aparatos de protección especial las incluyen todas

# OTRAS PROTECCIONES



**LUCM\*\*BL**

Montado en TESYS U.  
 Configuración desde PC.  
 Conexión Modbus.  
 Pantalla integrada.  
 Histórico 5 últimos fallos.

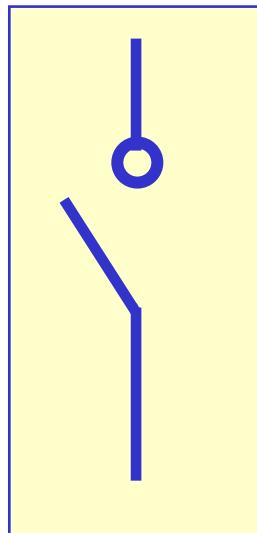


**LT6**

Con contactor externo.  
 Configuración desde PC.  
 Conexión Unitelway.  
 Histórico últimos fallos.

# CONMUTACIÓN

## Definición:



La función de commutación permite, accionar una carga o circuito de potencia.

En este caso el manejo no es manual, se produce por la llegada de una señal de mando de pequeña potencia.

# CONMUTACIÓN



- Los principales elementos usados en esta función son:
  - CONTACTORES ELECTROMECÁNICOS.
  - RELES DE ESTADO SÓLIDO TRIFÁSICOS.
  - ARRANCADORES ELECTRÓNICOS.
  - VARIADORES DE VELOCIDAD.

# CONMUTACIÓN

## Características:

- El contactor es un interruptor de potencia para corrientes monofásicas ó polifásicas manejado por un circuito de mando de pequeña potencia.
- Permite el servicio continuo ó intermitente.
- El circuito de mando puede actuar de forma manual o automática.
- Se puede realizar un mando a distancia desde múltiples posiciones por medio de cables de pequeña sección.
- Los cables de potencia se reducen al mínimo imprescindible.
- Facilita la creación de automatismos de mayor o menor complejidad.

# CONMUTACIÓN

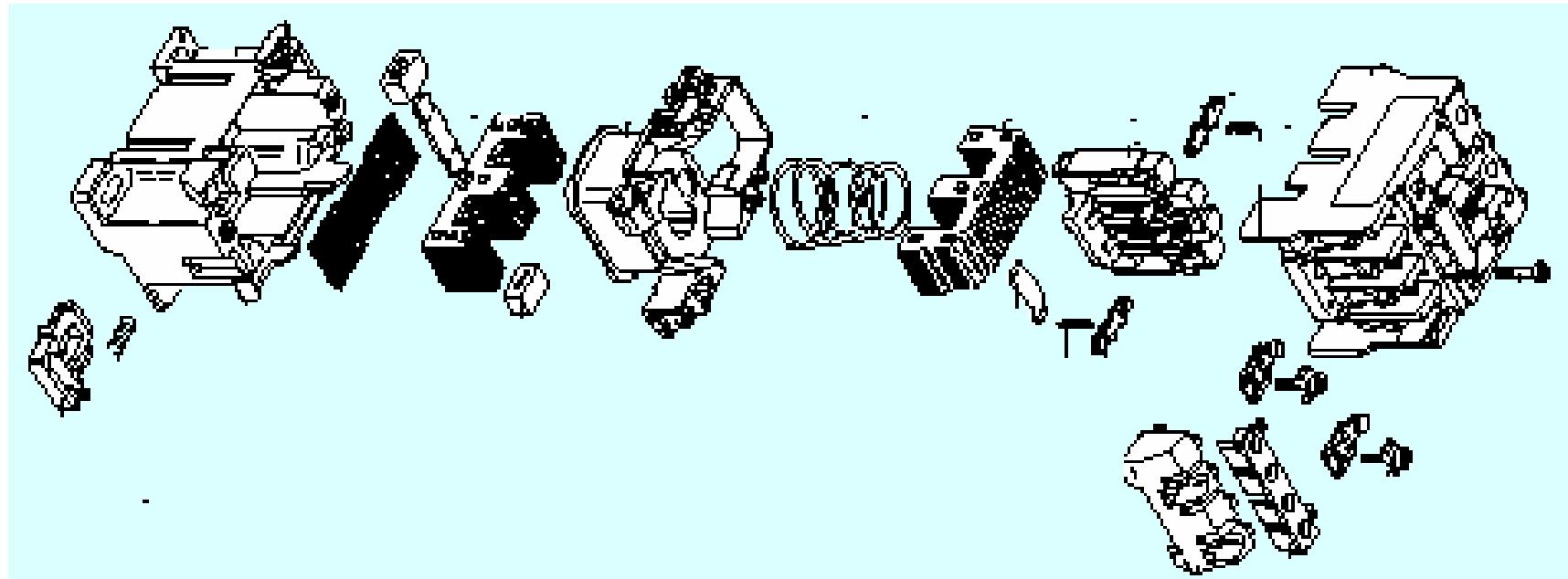
## Funcionamiento:

- El Contactor es un aparato mecánico de conexión accionado por un electroimán.
- Cuando se alimenta la bobina del electroimán, la parte móvil del circuito magnético es atraída por la parte fija.
- Sobre la parte móvil está fijado el soporte de los contactos.
- En el soporte se encuentran los polos y los contactos auxiliares.
- Como consecuencia del desplazamiento de la parte móvil se produce el cambio de estado de los contactos.
- Al dejar de alimentarse la bobina los contactos vuelven al estado inicial, por acción del muelle de retorno.



# CONMUTACIÓN

## Composición:



- Carcasa
- Amortiguación
- Fijación
- Circuito magnético
- Bobina
- Resorte
- Carro contactos
- Polos
- Contactos auxiliares
- Tapa con guías del carro

# CONMUTACIÓN

## Carcasa:

- Descripción:
  - Es la envolvente del aparato y contenedor de sus funciones
  - Construido con material aislante
- Funciones:
  - Fijación del contactor (Carril DIN ó Fondo Panel)
  - Contenedor del Electroimán
  - Guía el desplazamiento del carro de contactos (Durabilidad Mecánica)
  - Cámaras de extinción (Contactos de Potencia)
  - Conexiones de Potencia y Mando
  - Enganche de bloques auxiliares
  - Serigrafía identificación aparato y sus componentes



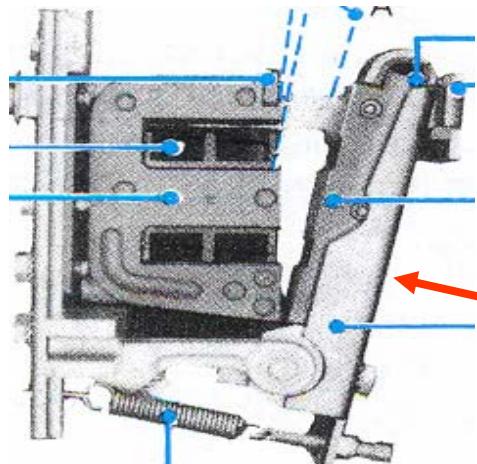
# CONMUTACIÓN

## Electroimán:

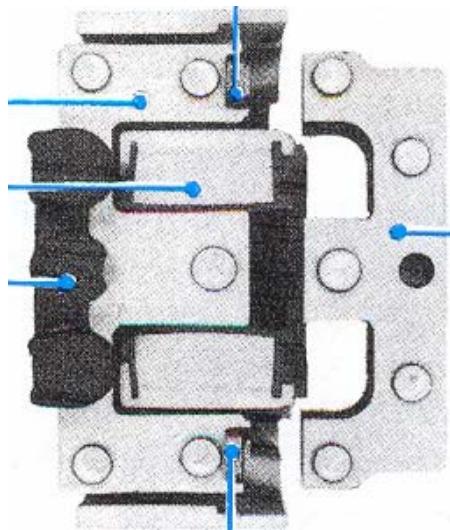
- Descripción:
  - Se alimenta con la señal de mando
  - Su consumo es muy pequeño respecto al circuito de potencia
- Composición:
  - Amortiguación
  - Núcleo fijo
  - Muelle de apertura
  - Núcleo móvil
  - Bobina
- Existen varios tipos que vemos a continuación

# CONMUTACIÓN

## Tipos de Electroimán:



- Existen varios tipos de circuitos magnéticos:
  - ROTACIÓN
  - TRASLACIÓN
- Su constitución varía según la bobina sea de:
  - Corriente alterna.
  - Corriente continua.
  - Bajo consumo.

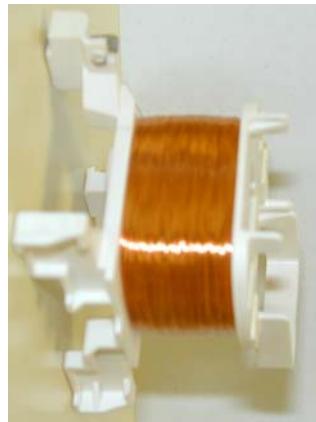


# CONMUTACIÓN



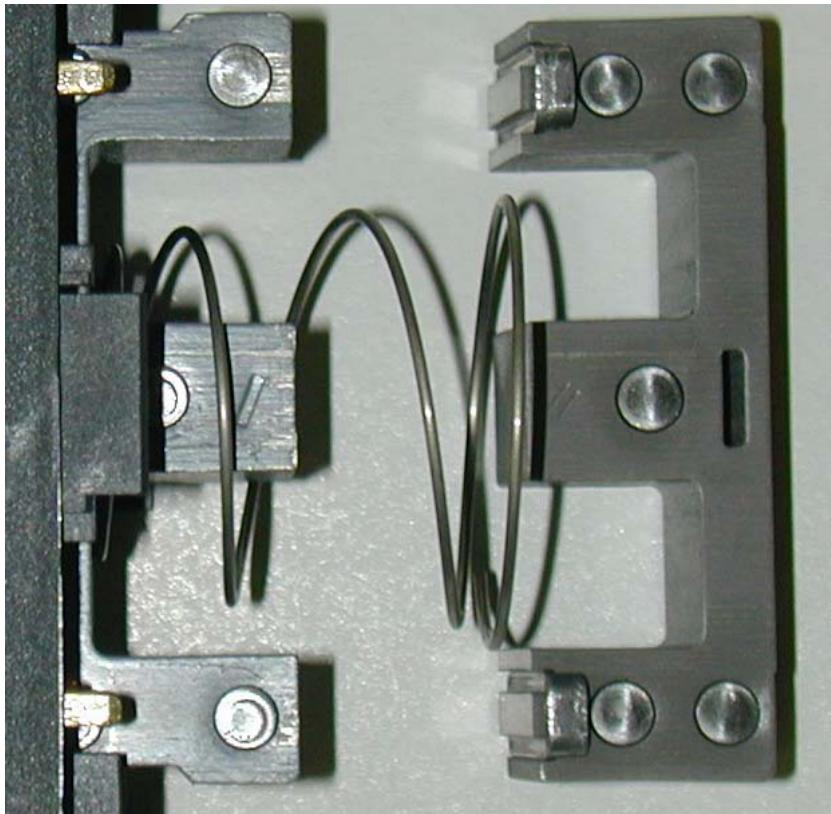
## Bobina en C.A.:

- CIRCUITO MAGNETICO:
  - Dos piezas en forma de E.
  - Una fija y otra móvil.
  - Placa de chapas magnéticas remachadas para reducir corrientes de Foucault.



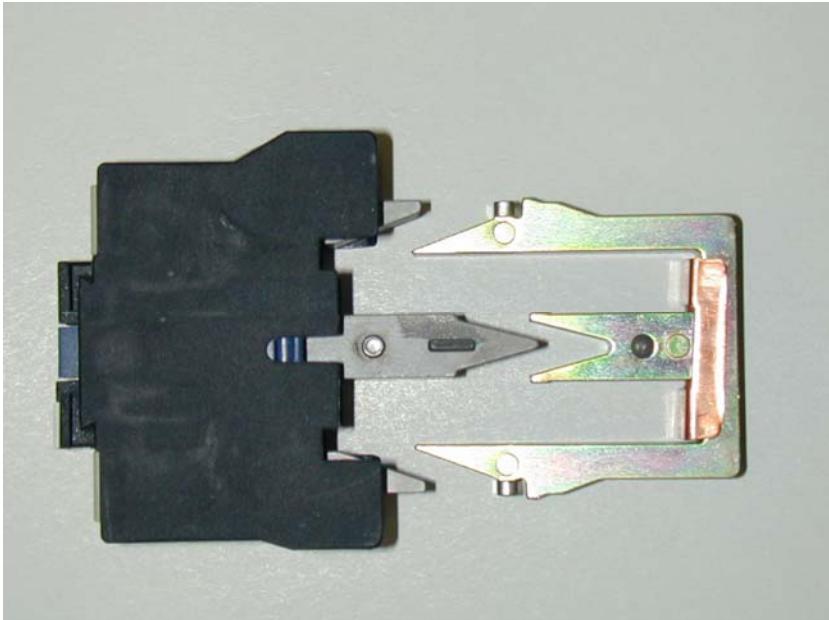
- BOBINA:
  - Un modelo por tensión.
  - Intercambiable.
  - Hilo de cobre esmaltado.
  - Consumo alto en atracción.
  - Consumo menor en Mantenimiento.

## Bobina en C.A.:



- ENTREHIERRO:
  - El cierre del circuito magnético deja un pequeño entrehierro.
  - Su objetivo es evitar que se forme un magnetismo remanente que impida la apertura.
- ESPIRA DE SOMBRA:
  - Al estar alimentada la bobina por corriente alterna, se genera un flujo magnético alterno. Esto produciría vibración.
  - La espira de sombra crea un flujo desfasado que corrige el problema.

# CONMUTACIÓN



## Bobina en C.C.:

- CIRCUITO MAGNETICO:
  - Existen dos tipos:
    - Chapa magnética o chapa magnética con terminaciones en V.
    - Núcleo macizo.
- BOBINA:
  - Un tipo para cada núcleo:
    - Básico (requiere resistencia limitadora).
    - Reforzado ( sin resistencia externa).
    - Mismo consumo en atracción y mantenimiento.

# CONMUTACIÓN

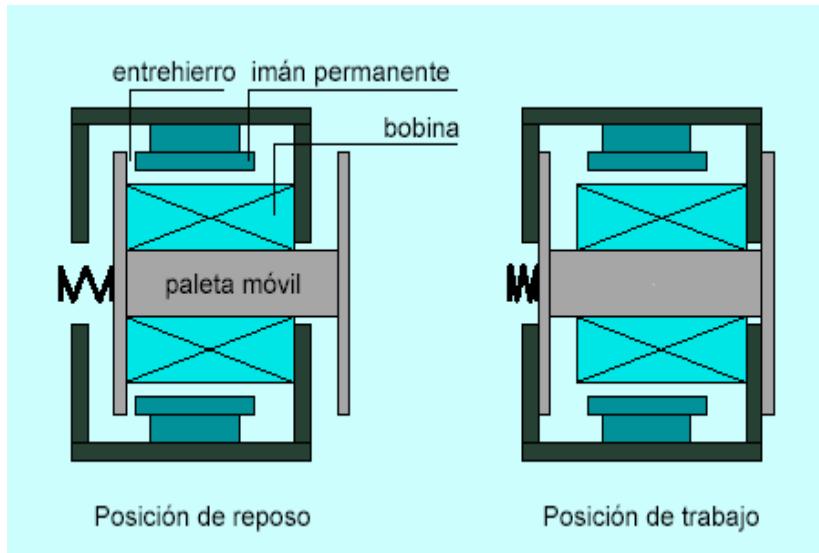
## Bobina bajo consumo:

- CIRCUITO MAGNETICO:

- Incorpora imanes permanentes que generan la mayor parte del campo magnético.

- BOBINA:

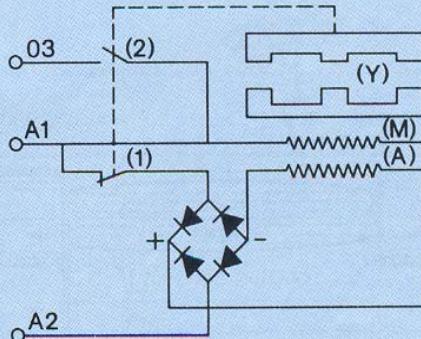
- Crea un pequeño campo, que sumado al de los imanes provoca el cierre.
- Su consumo es el mas bajo de todos (2,4 W).
- Son bobinas de CC.



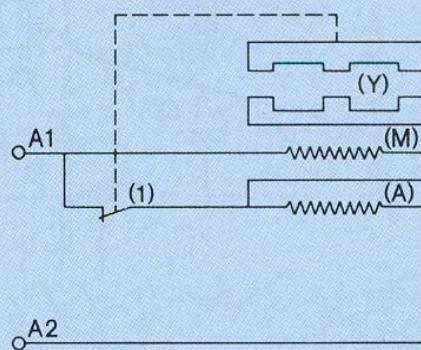
# CONMUTACIÓN

## Doble bobina:

Alimentación en corriente alterna



Alimentación en corriente continua



- Se usan en contactores de gran potencia.
- Tienen dos devanados: El de atracción y el de mantenimiento.
- Garantizan el funcionamiento en ambas funciones.
- El electroimán resulta en conjunto más pequeño y ligero.
- Es un electroimán de C.C.
- Existen bobinas de C.A. y C.C.

# CONMUTACIÓN

¿Por qué las bobinas de alterna consumen diferente a la atracción y al mantenimiento y las bobinas de continua siempre lo mismo?

Cálculo del electroimán  
Fuerza de atracción

$$F = B^2 s / 8\pi$$

Inducción

$$B = NI\mu / l$$

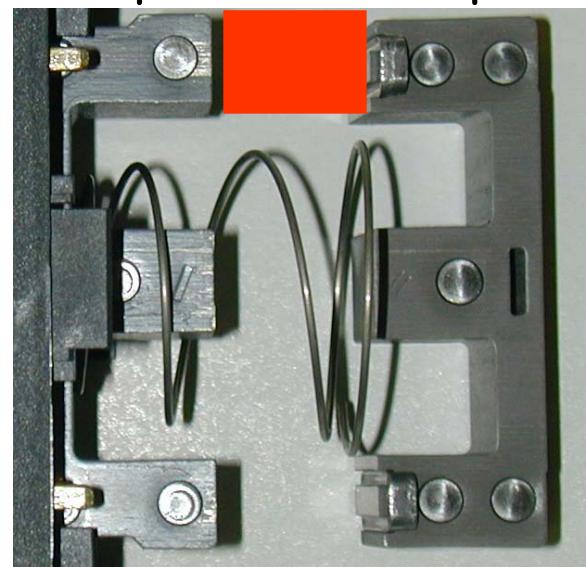
Impedancia Bobina

$$\begin{array}{ll} AC & R + L\omega \\ CC & R \end{array}$$

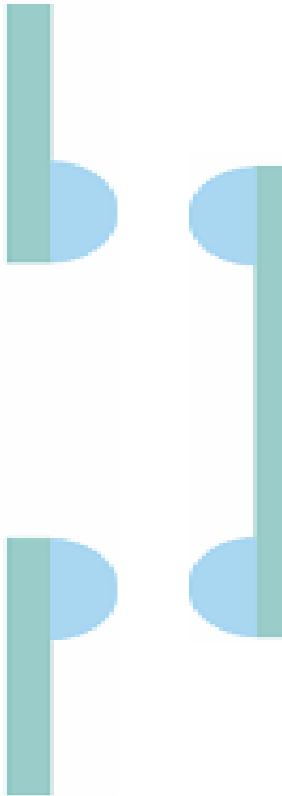
Autoinducción

$$L = 4\pi n^2 s \mu / l$$

Chapa Aire Chapa



## Contactos:



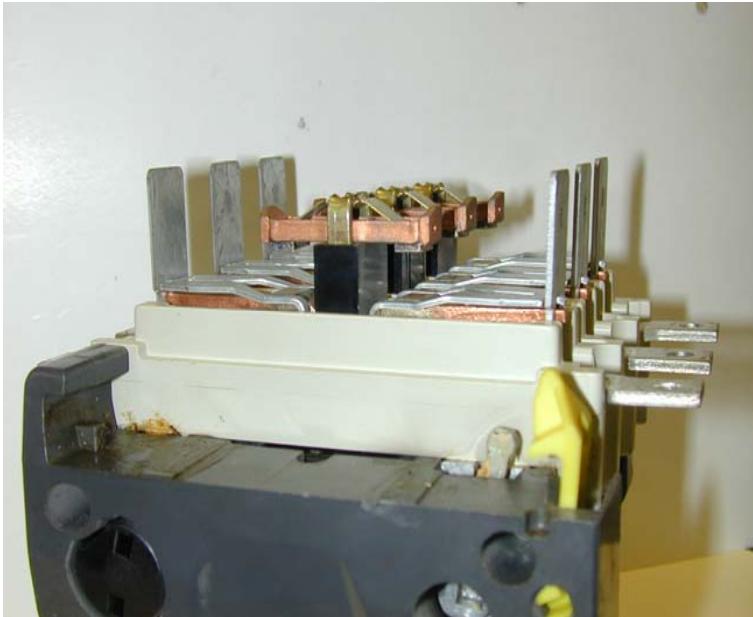
- POLOS ó Contactos de Potencia  
Dimensionados según calibre del contactor
- Contactos auxiliares  
Dimensionado fijo para circuitos de mando
  - Pueden ser
    - Integrados
    - Módulos acoplables
    - NA ó NC

## Polos:

- Son los contactos de potencia.
- Conectan, conducen y desconectan el circuito de potencia.
- Se dimensionan según la corriente a conducir. (Durabilidad Eléctrica).

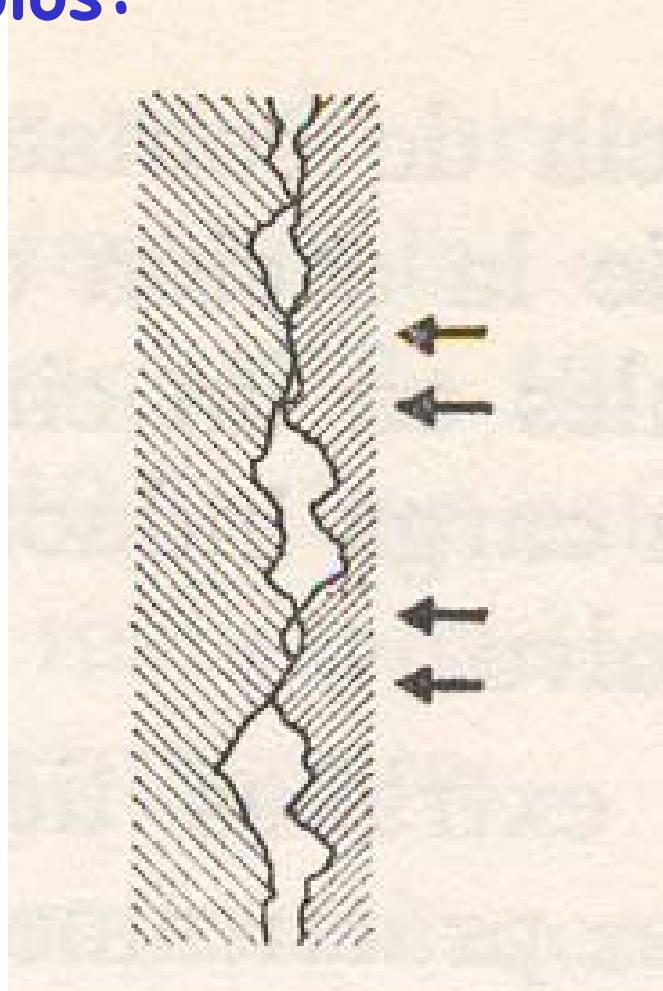
### Definición de los polos:

- $I_{th}$  Intensidad térmica (8h).
- $I_{the}$  I. Térmica en envolvente.
- $I_e$  I. de empleo.( Ve, Categoría de empleo).
- Intensidad temporal (1h).
- Poder de corte.
- Poder de cierre.



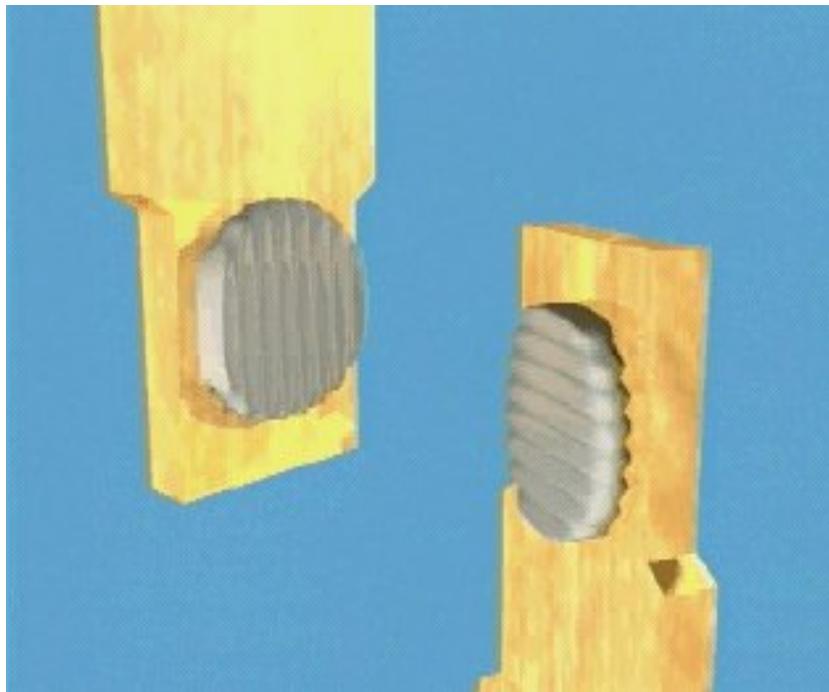
# CONMUTACIÓN

## Polos:



- Las variables básicas son:
  - Caída de tensión.
  - Presión contactos.
- Deben permitir el paso de la corriente con la menor caída de tensión. (Buen conductor).
- Deben permitir la presión de contacto necesaria y un cierre energético (Dureza).
- Se construyen con aleaciones, por ejemplo AgOCD.

## Contactos auxiliares:

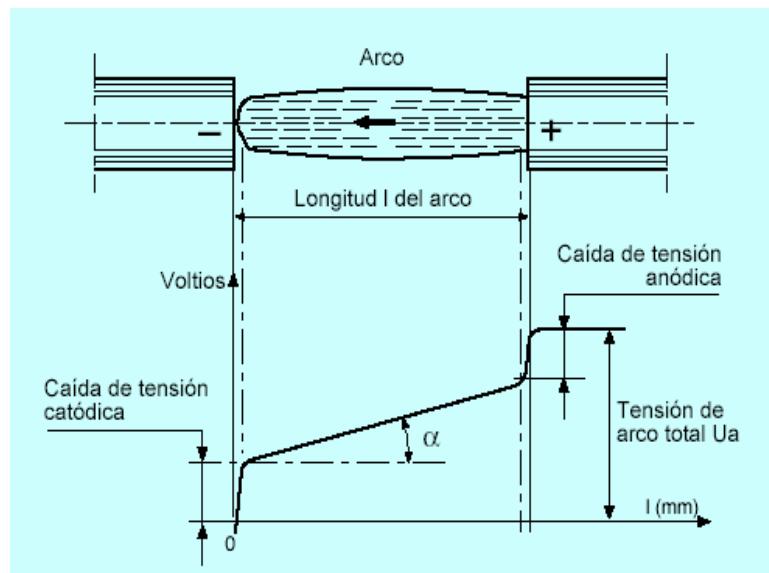


- Son contactos utilizados en el circuito de mando.
- Tienen características propias independientes del circuito principal.
- Las placas de contactos tienen la superficie ranurada y se cierran de modo que se produce una fricción. Esto favorece la limpieza de su superficie.

# CONMUTACIÓN

## Arco:

- Al abrir los polos se interrumpe la circulación de corriente.
- Si la carga es inductiva y con mas de 1 A., se forma un arco.
- El arco es una forma de descarga eléctrica en los gases.
- Se trata de un plasma formado por electrones libres e iónes, arrancados de los contactos por el efecto térmico e impulsados por el campo eléctrico.
- El arco alcanza miles de grados.
- La duración del arco debe limitarse para evitar la destrucción de los contactos.

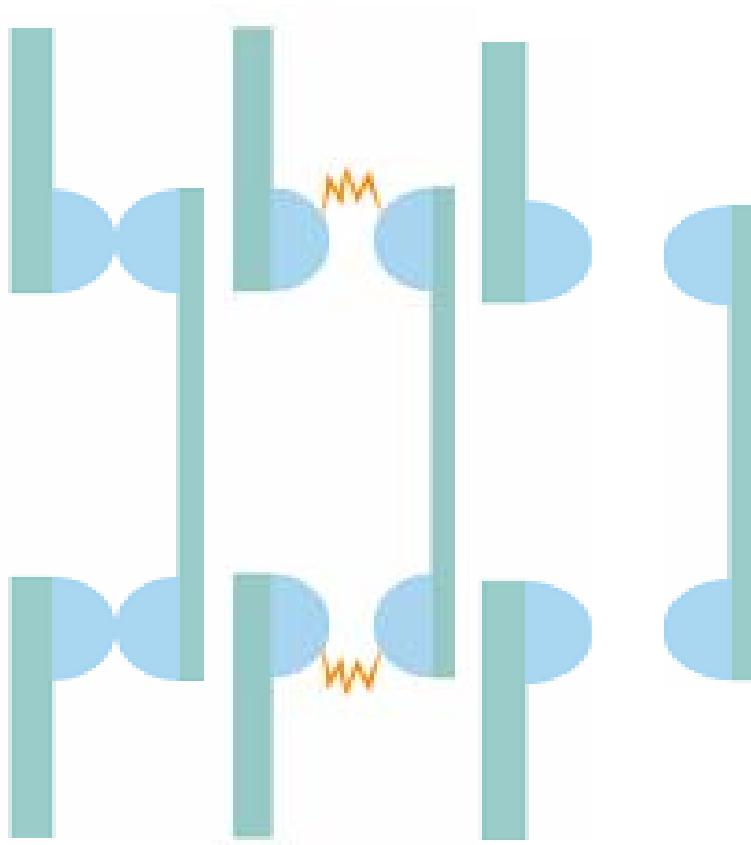


# CONMUTACIÓN

## Extinción del arco:

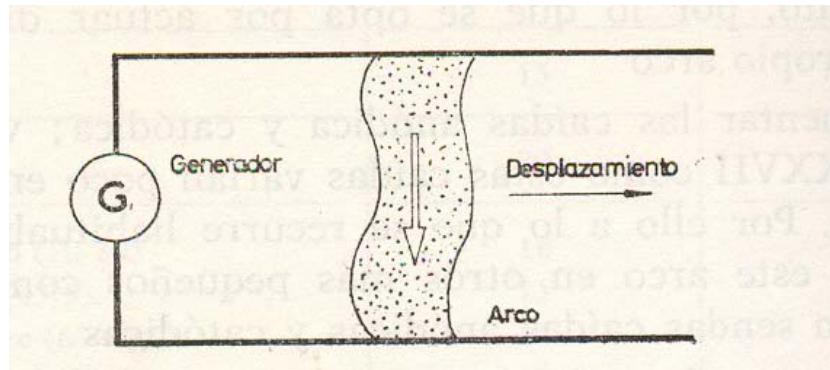
- Los sistemas de extinción de arco deben ser capaces de interrumpirlo en un pocos milisegundos. Para evitar la acumulación de efecto térmico.
- En corriente alterna la corriente se anula a sí misma en el paso por cero de la onda. Hay que evitar un segundo cebado del arco.
- Si se desea disminuir una corriente continua hasta anularla, es necesario introducir en el circuito un arco cuya tensión sea superior a la de la fuente de alimentación. Para ello aumentaremos su longitud.
- Formas de extinción de arco:
  - Alargamiento.
  - Fraccionamiento.
  - Enfriamiento.

## Alargamiento:



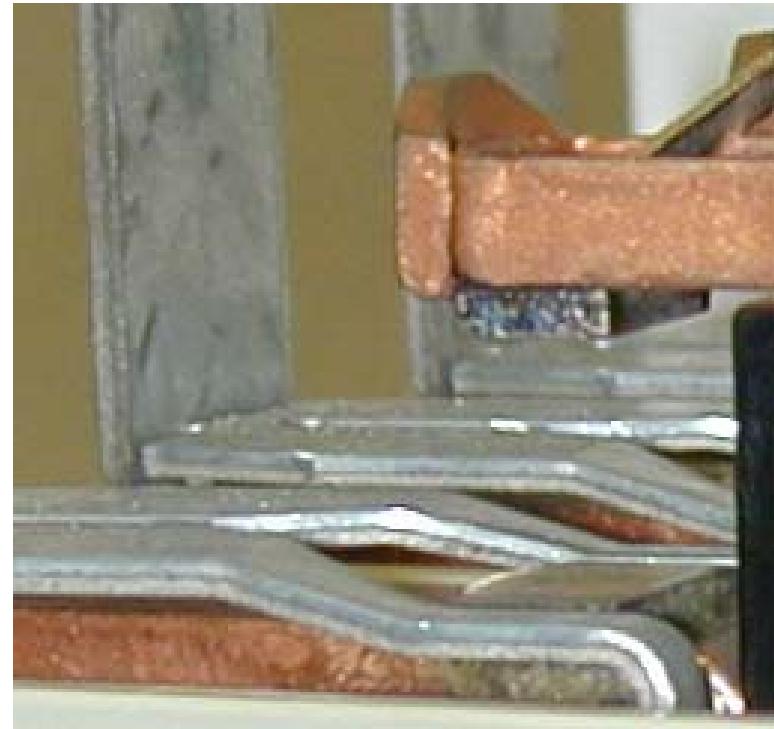
- Se basa en separar los contactos lo mas posible.
- Por si mismo es suficiente en aplicaciones de poca potencia.
- En potencias superiores se combina con otros métodos.
- No es posible ciertas distancias sin afectar el funcionamiento del electroimán.

# CONMUTACIÓN



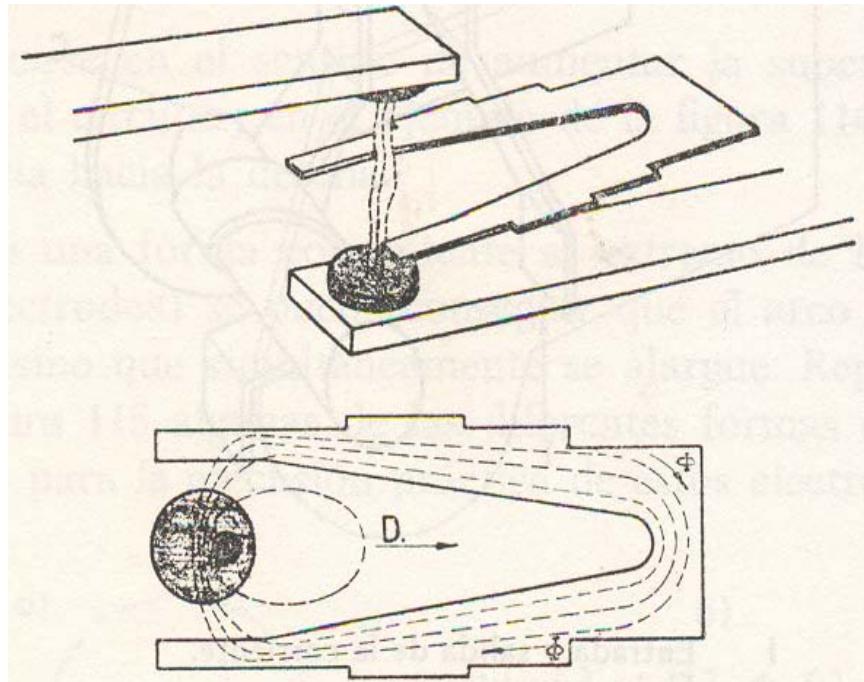
## Alargamiento:

- El arco tiende ocupar mas superficie desplazándose (efecto chispómetro).
- La forma física de los contactos ayuda al Alargamiento (poder de puntas)



# CONMUTACIÓN

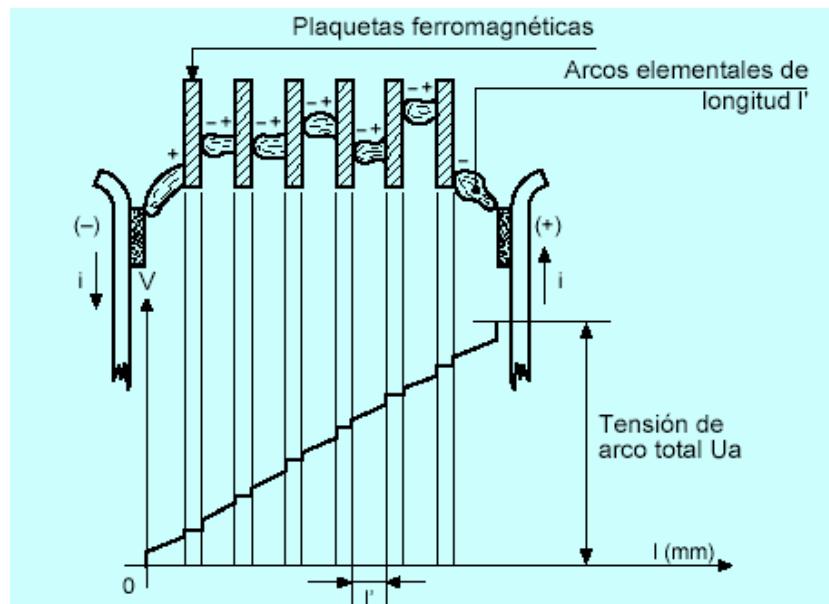
## Soplado magnético:



- Se basa en la inserción de unas piezas en forma de V en la zona en la que salta el arco.
- El campo magnético asociado al arco, encuentra un camino fácil en dicha pieza.
- La forma de la pieza conduce el campo de modo que se deforma.
- Esto hace que aparezca una fuerza sobre el arco que tiende a desplazarlo hacia el vértice de la pieza.
- Esto aumenta la distancia de recorrido del arco, produciendo su alargamiento.

# CONMUTACIÓN

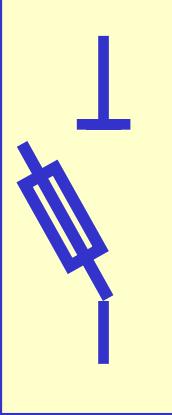
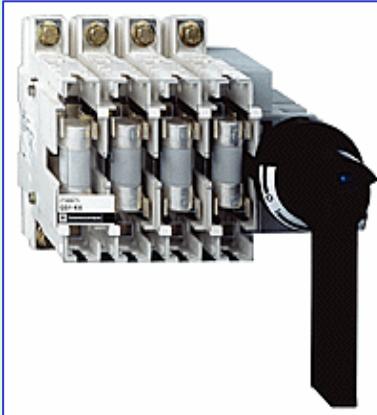
## Fraccionamiento:



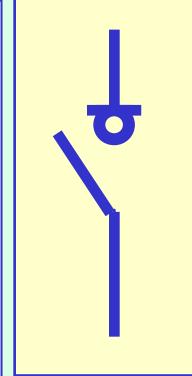
- Se produce una subdivisión del arco que facilita su extinción.
- Para ello se emplean unas placas de plancha ferromagnética.
- Para lograrlo se utiliza el desplazamiento del arco debido a la forma de los contactos
- El soplado magnético ayuda también al desplazamiento del arco.

# ACCIONAMIENTOS MULTIFUNCIÓN

## Ejemplos:



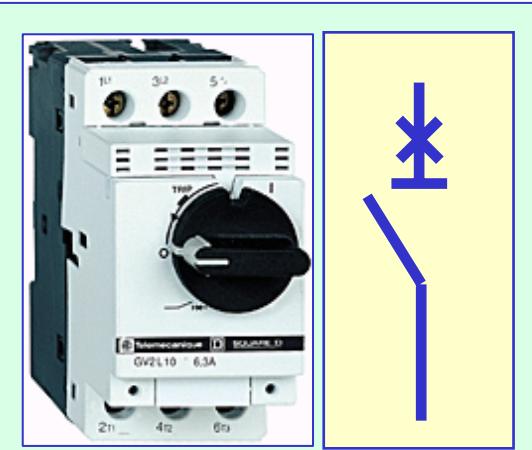
**Seccionador,  
Fusible.**



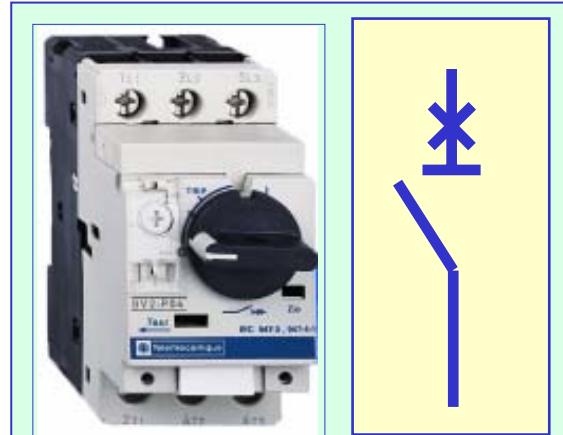
**Interruptor,  
seccionador.**

# ACCIONAMIENTOS MULTIFUNCIÓN

## Ejemplos:



Interruptor,  
protección  
magnética,  
seccionador.



Interruptor,  
protección  
magnética  
y térmica,  
seccionador.

# ACCIONAMIENTOS MULTIFUNCIÓN

## Ejemplos:



Interruptor,  
protección  
magnética  
y térmica,  
seccionador.

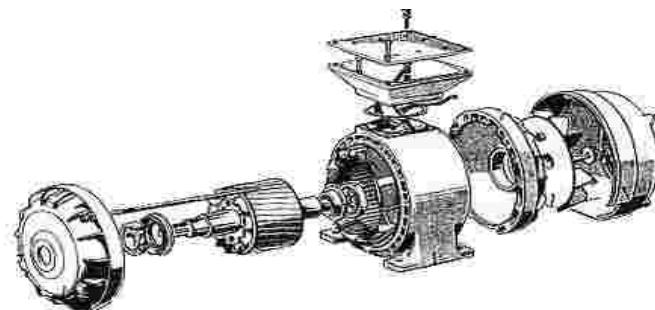
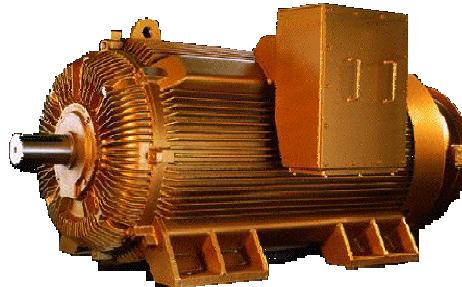


Interruptor,  
protección  
magnética  
y térmica,  
seccionador,  
Commutación,  
otras  
protecciones  
y comunicación.

# MOTOR ASINCRONO DE CA

## Características principales:

- Sencillo y robusto (barato).
- Sin conexión entre partes fijas y móviles (bajo mantenimiento).
- Buen rendimiento y elevado factor de potencia.
- Posibilidad de arrancar por sí solo a plena carga en arranque directo.
- Par máximo mayor que el de arranque.
- Velocidad de giro disminuye ligeramente con la carga.
- Doble tensión de alimentación.

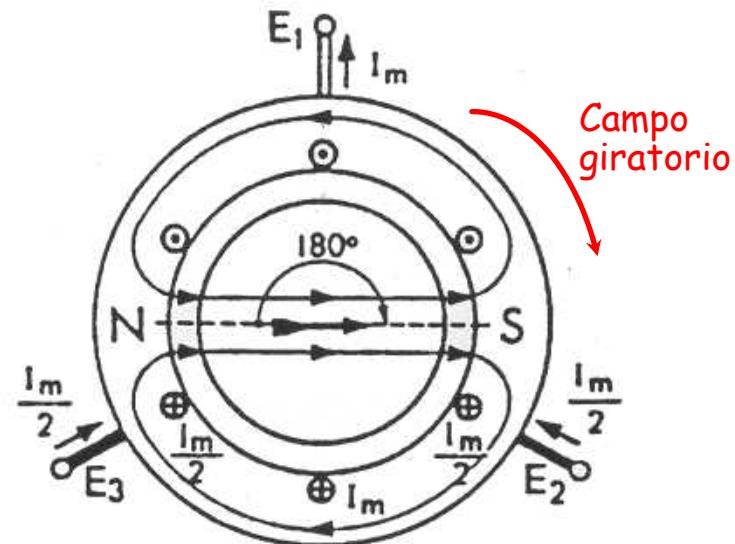
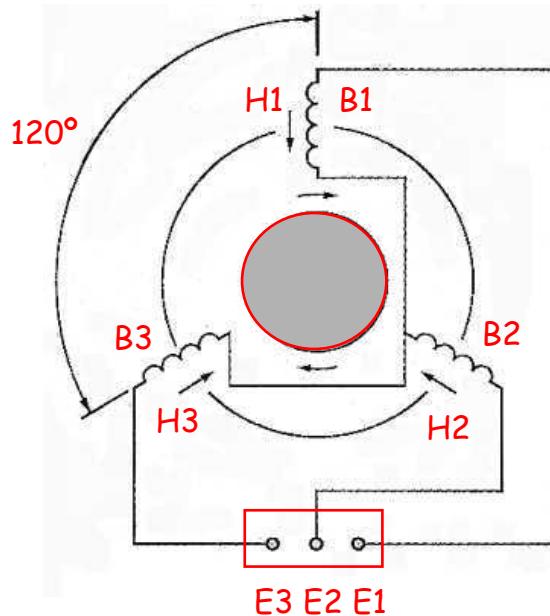


# MOTOR ASINCRONO DE CA

## Estator:

Devanados decalados  $120^\circ$ , recorridos por ca trifásica.

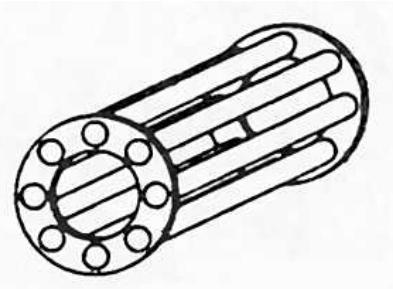
Los campos magnéticos creados se superponen para formar un **campo magnético bipolar giratorio**.



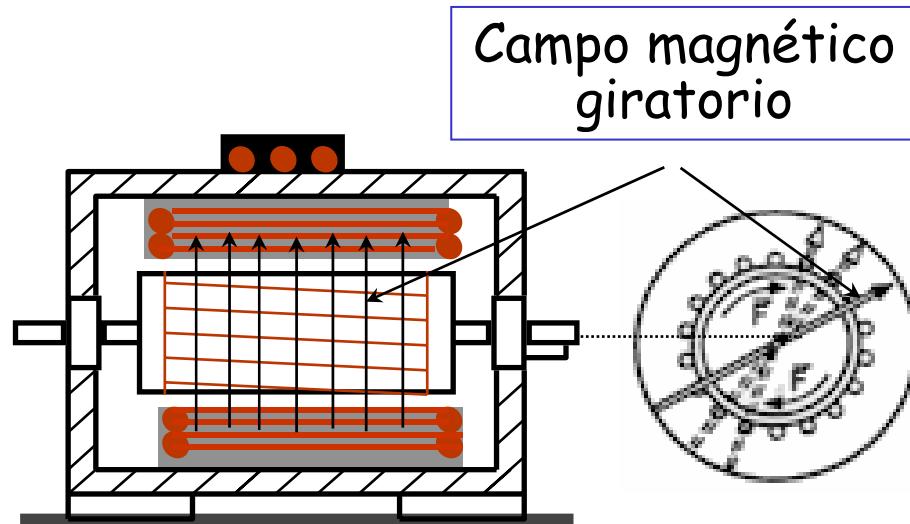
# MOTOR ASINCRONO DE CA

## Rotor:

- El campo magnético giratorio induce en las barras metálicas (jaula de ardilla) **intensas corrientes inducidas** (Ley de Faraday).
- Las corrientes inducidas reaccionan creando **un par motor** que provoca la rotación del rotor (Ley de Lenz).



Rotor de jaula ardilla  
(sin el paquete de chapas)



# MOTOR ASINCRONO DE CA

## Campo magnético:



Creado por el paso de corriente en las bobinas del motor.  
Las bobinas se comportan como electroimanes.

Los cambios de polaridad AC producen la rotación del campo magnético.

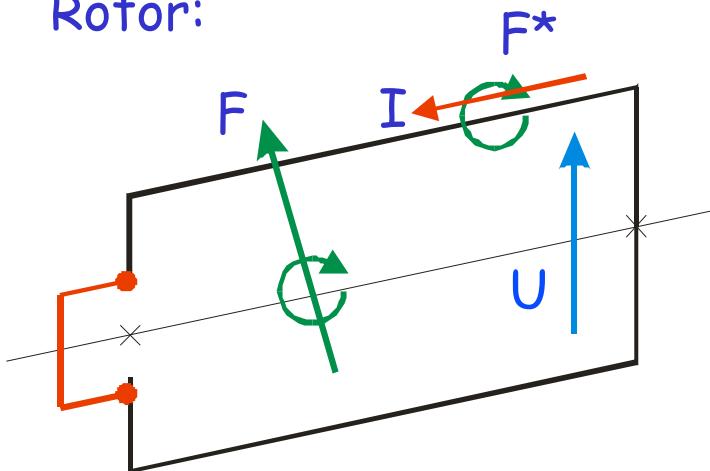
Este campo alcanza al rotor.

Al girar el campo también girará el rotor.

# MOTOR ASINCRONO DE CA

## Funcionamiento:

Rotor:



1. principio - generador  $U = f(F, t)$

2. principio - motor  $T = f(F, I)$

$$n_{ASM} = \frac{f \times 60}{p} \times (1 - s) \quad [\text{rpm}]$$

# MOTOR ASINCRONO DE CA

## Deslizamiento:

1. Si el rotor estuviera rotando a la velocidad sincrónica, las barras de este serían estacionarias con respecto al campo magnético y no habría voltaje inducido.
2. Si el voltaje inducido es cero, no habría corriente en el rotor ni tampoco campo magnético rotórico. Sin este campo, el par inducido sería cero y el motor se pararía por pérdidas de rozamiento.
3. En consecuencia, un motor de inducción puede acelerar hasta una velocidad cercana a la de sincronismo, pero nunca podrá alcanzarla.
4. Vemos, que mientras los campos magnéticos del rotor y del estator rotan conjuntamente a una velocidad sincrónica, el rotor en sí girará a una velocidad menor.

# SERVOMOTORES

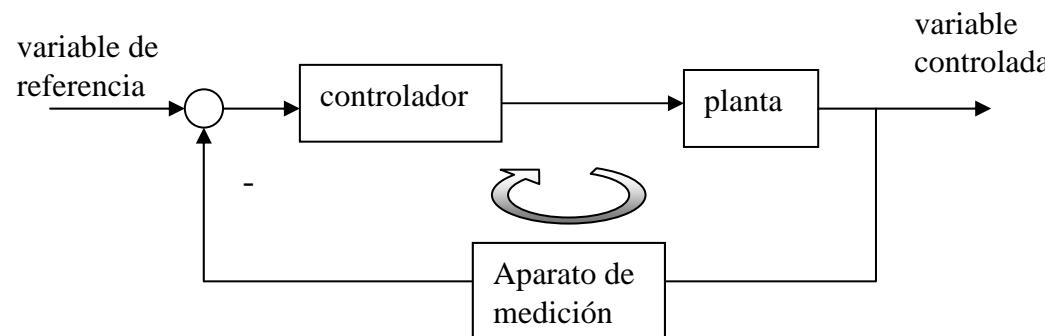
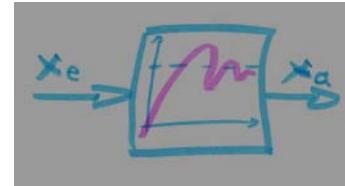
## ¿Qué se entiende por un servo motor?:

- Básicamente, es un motor constituido por un rotor de imanes permanentes.
- Existen principalmente dos tipos de drives para motores síncronos de imanes permanentes, diferenciados por la forma de señal de corriente que comunican el motor y por el tipo de sistema de retroalimentación:
  - Drive con commutación tipo bloque / Brushless DC.
  - Drive con commutación Sinusoidal / Brushless AC

# SERVOMOTORES

## Principio de funcionamiento de un servo motor:

- Es un accionamiento electromecánico que convierte pulsos eléctricos en movimientos mecánicos discretos.
- El sistema de regulación funciona en lazo cerrado, por lo que necesita siempre de un mecanismo de retroalimentación de la posición.



# SERVOMOTORES

## Principio de funcionamiento de un servo motor:

- La cantidad de movimiento y la velocidad dependen de la variable de referencia del lazo de control.
- Hay tres tecnologías de motores y drives que ofrecen soluciones servo:
  - Motores de corriente continua.
  - Motores asíncronos o de inducción.
  - Motores brushless síncronos,

# SERVOMOTORES

## ¿ Brushless DC o Brushless AC ?:

- La tecnología Brushless DC fué la primera que se aplicó para el control de motores Brushless síncronos, el desarrollo de la tecnología del tratamiento digital de la señal ha permitido el desarrollo de la tecnología Brushless AC.
- Los drives Brushless DC requieren de un encoder de baja resolución para realizar la conmutación, por motivos de coste se opta por sensores de efecto Hall, normalmente hay seis puntos de conmutación por rev. eléctrica. Mientras que los Brushless AC necesitan un encoder absoluto de alta resolución (4096 -16384 puntos de conmutación por vuelta).

# SERVOMOTORES

## ¿Qué debe ofrecer un servo?:

- Gran precisión de posicionado.
- Estabilidad de velocidad.
- Alta estabilidad de par.
- Repetitividad del movimiento.
- Elevada respuesta dinámica.
- Configuración sencilla del sistema.
- Bajo costo.

# SERVOMOTORES

Características de los servos que influyen en una buena respuesta dinámica:

- Capacidad de sobre-par en momentos puntuales, hasta 3 veces el par nominal, para conseguir aceleraciones / deceleraciones rápidas.
- Alta capacidad de aceleración. Esta característica depende del par y de la inercia del motor.
- Estabilidad de par en un rango amplio de velocidades, incluso a motor parado.

# SERVOMOTORES

Parametros constructivos que afectan a la respuesta dinámica :

- Peso.
- Momento de inercia.
- Tiempo de aceleración.
- Respuesta dinámica.

# SERVOMOTORES

## Conclusiones:

- Los motores brushless síncronos son ideales para aplicaciones de alta dinámica.
- En aplicaciones de baja/media dinámica, los servomotores son una solución barata.
- El mayor precio de las soluciones brushless síncronos se debe:
  - Los motores incluyen siempre un encoder de alta resolución.
  - El rotor incluye imanes permanentes de tierras raras.
  - Las mayores exigencias llevan a una electrónica más cara.
- La reducción de costos y el aumento de exigencias van a posibilitar a los brushless entrar en máquinas que vienen utilizando servomotores asíncronos.
- Los fabricantes de variadores para motores de inducción intentan mejorar las prestaciones para acceder al mercado de dinámica media-alta.
- Por motivos intrínsecos a la tecnología, se puede asegurar que las prestaciones de los servomotores de inducción no podrán alcanzar a las de los brushless síncronos.

# SERVOMOTORES

## Tipos de motores: Lexium 17.

- Dos gamas de motores brushless síncronos SER y BPH.
  - SER:
    - 7 tallas de rango de par nominal: De 1.1 a 13.4 Nm.
    - Cumple IP56 para motor y IP41 o IP56 para eje.
    - Opción reductor Plan, con tres relaciones 3:1, 5:1 y 8:1
  - BPH y BPL:
    - 14 tallas de rango de par nominal: De 0.4 a 100 Nm.
    - Cumple IP65 con opción de IP67.
  - Características comunes:
    - Opciones de resolver y encoder absoluto mono o multivuelta para la retroalimentación.
    - Freno opcional.
    - Opción de chaveta.



# ARRANQUE MOTOR

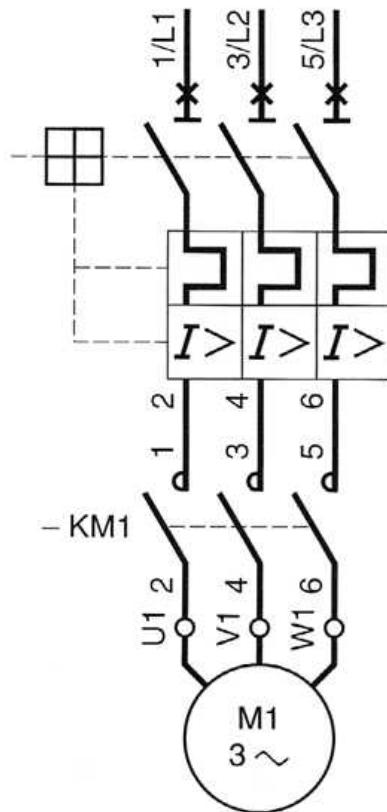


## Tipos:

- Arranque directo.
- Arranque estrella triángulo.
- Con autotransformador.
- Con resistencias estatóricas.
- Arrancador estático.
- Variador de velocidad.
- Ventajas e inconvenientes.

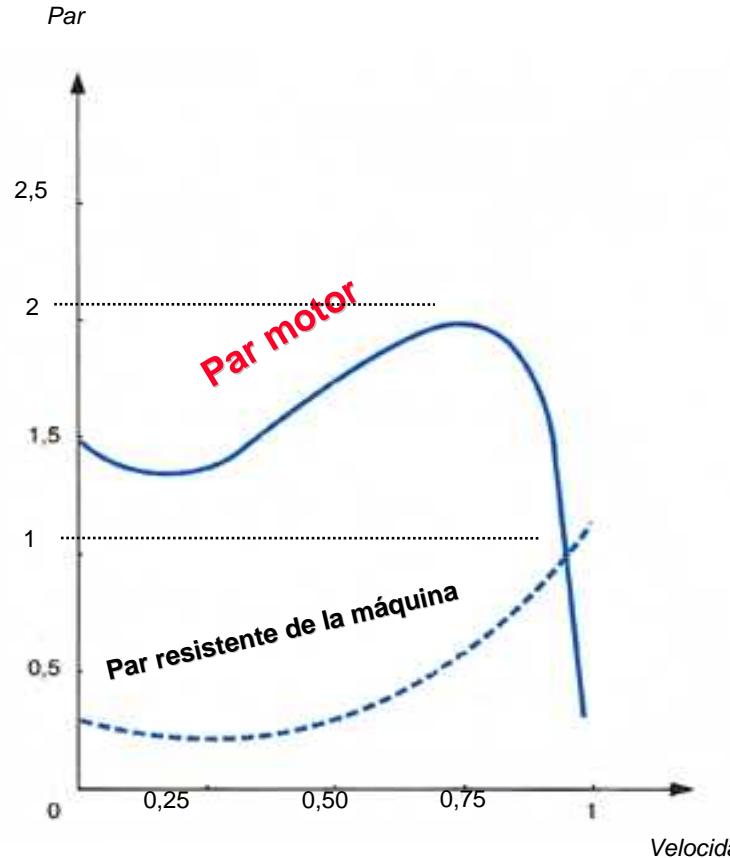
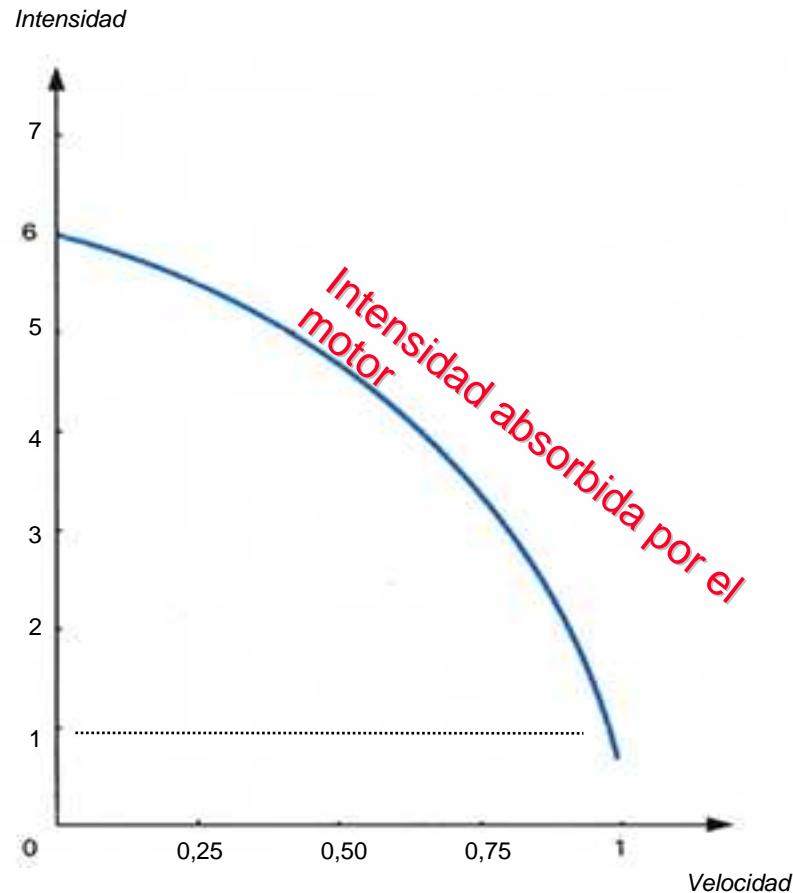
# ARRANQUE MOTOR

Esquema de arranque directo con arrancador motor y contactor:



# ARRANQUE MOTOR

Arranque directo, curvas de intensidad y par:



# ARRANQUE MOTOR

## Arranque directo, características y aplicaciones:

Par inicial de arranque: 0,6 a 1,5 Mn.

Corriente inicial de arranque : 4 a 8 In.

Duración media del arranque: 2 a 3 s.

### Aplicaciones:

- Motores hasta 4KW.
- Máquinas pequeñas que puedan arrancar a plena carga, sin problemas mecánicos: Rodamientos, correas, cadenas, etc.
- Bombas, Ventiladores.

# ARRANQUE MOTOR

## Arranque directo, ventajas e inconvenientes:

### Ventajas:

- Arrancador de esquema simple.
- Coste económico.
- Par de arranque importante, en comparación con otros arranques con contactores.

### Inconvenientes:

- Punta de intensidad muy importante (la red debe admitir esta punta).
- Arranque brusco, golpe mecánico.
- Riesgo de roturas
- Mayor desgaste en rodamientos, transmisiones a correas o cadena.
- Parada no controlada, rueda libre, golpe de ariete.

# ARRANQUE MOTOR

## Coordinación:

En los arranques y regulación según la norma IEC 947-4 es necesario mantener la coordinación.

→ La coordinación de las protecciones, es la forma óptima de asociar un dispositivo de protección contra cortocircuito con un contactor y un dispositivo de protección contra sobrecargas.

- Protección de personas e instalaciones
- Mantenimiento de la instalación

# ARRANQUE MOTOR

## Coordinación. Implicaciones:

Efectos electrodinámicos de la corriente de cresta:

- Repulsión de los contactos.
- Propagación de los arcos eléctricos.
- Ruptura de los materiales aislantes.
- Deformación de las piezas.

Efectos térmicos  $I^2t$ :

- Fusión de los contactos.
- Generación de los arcos eléctricos.
- Calcinación de materiales aislantes.

# ARRANQUE MOTOR

## Coordinación. Niveles:

*(según el grado de deterioro aceptable para los aparatos después de un cortocircuito)*

- **Coordinación tipo 1**      (según IEC 947-4-1)
- **Coordinación tipo 2**      (según IEC 947-4-1)
- **Coordinación total**      (según IEC 947-6-2)

# ARRANQUE MOTOR

## Coordinación. Nivel 1:

*En condiciones de cortocircuito, el material:*

- ✓ No debe ocasionar daños a personas e instalaciones.
- ✓ Los constituyentes del arrancador pueden resultar dañados, o sea, pueden no volver a funcionar sin reparación o sustitución de los mismos.



*Arrancadores "Estándar"*

# ARRANQUE MOTOR

## Coordinación. Nivel 2:

*En condiciones de cortocircuito, el material:*

- ✓ No debe ocasionar daños a personas e instalaciones.
- ✓ Debe volver a funcionar después del defecto, no admitiéndose daño ni desajuste de los mismos.
- ✓ Se admite un leve riesgo de soldadura de los contactos.



*Arrancadores "Altas prestaciones"*

# ARRANQUE MOTOR

## Coordinación. Nivel total:

*En condiciones de cortocircuito, el material:*

- ✓ No debe ocasionar daños a personas e instalaciones.
- ✓ Debe volver a funcionar después del defecto, no admitiéndose daño ni desajuste de los mismos.
- ✓ No se admiten daños en los contactos.



*"Continuidad de servicio"*

# ARRANQUE MOTOR

## Filiación:

Según la norma IEC 947-2

→ Concepto ligado a la utilización del poder de limitación de los interruptores. La filiación ofrece la posibilidad de instalar aguas abajo aparatos de menor  $I_{cu}$  (con respecto a la  $I_{cc}$ ), ya que los interruptores instalados aguas arriba limitan las fuertes  $I_{cc}$ .

→ Optimización de los equipos para la realización de instalaciones más económicas.

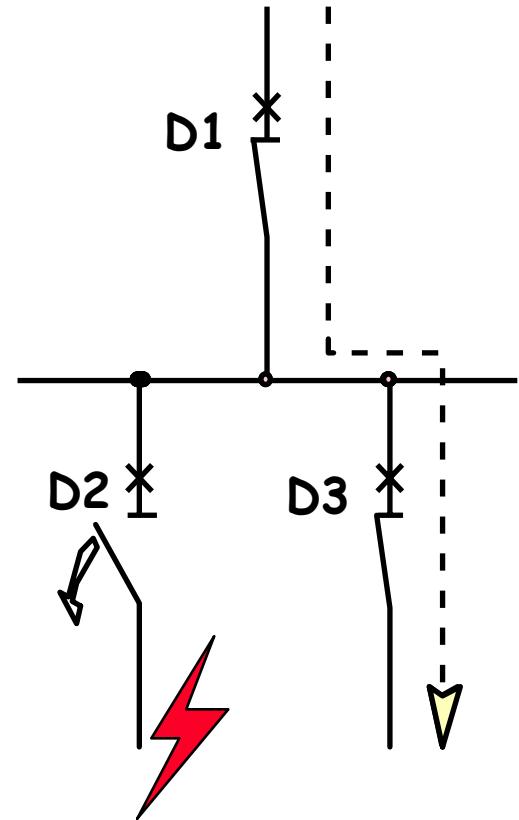
# ARRANQUE MOTOR

## Selectividad:

Según la norma IEC 947-2

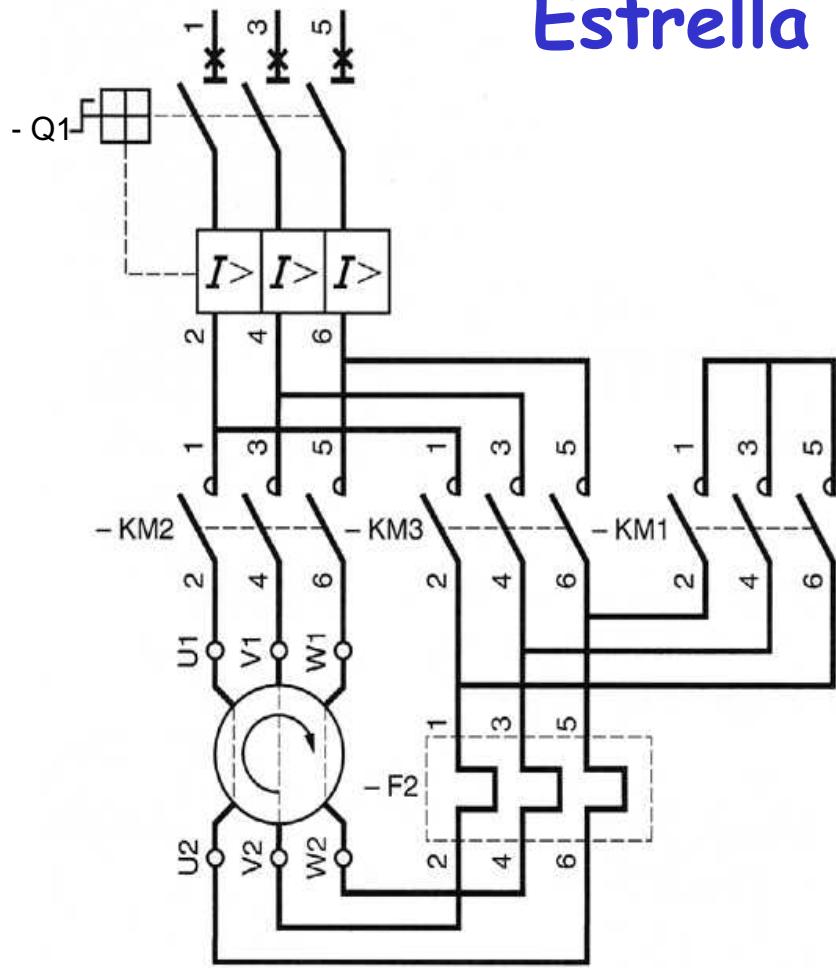
→ Concepto ligado a la coordinación de los dispositivos de corte para que un defecto proveniente de un punto cualquiera de la red sea eliminado por la protección ubicada inmediatamente aguas arriba del defecto, Y SÓLO POR ELLA.

→ Disponibilidad de la instalación



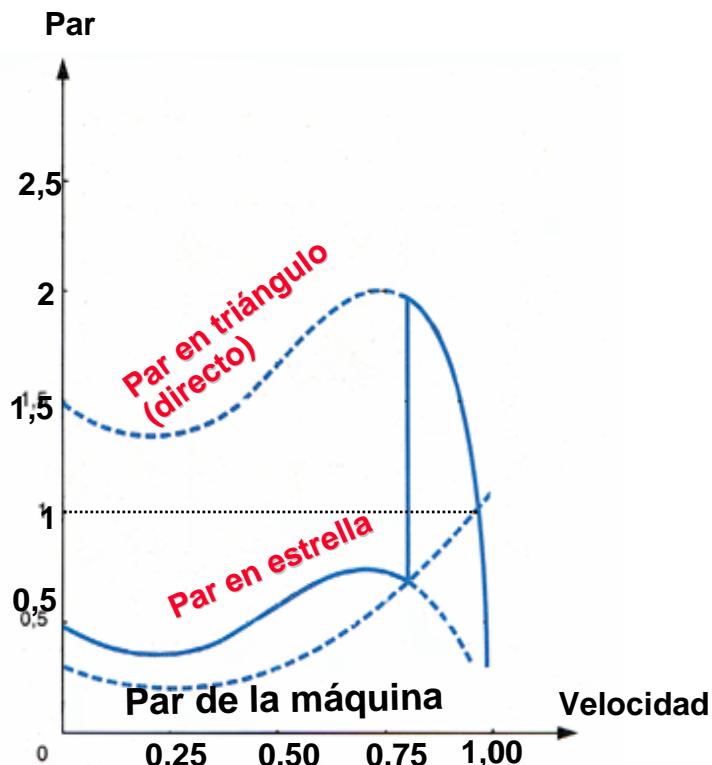
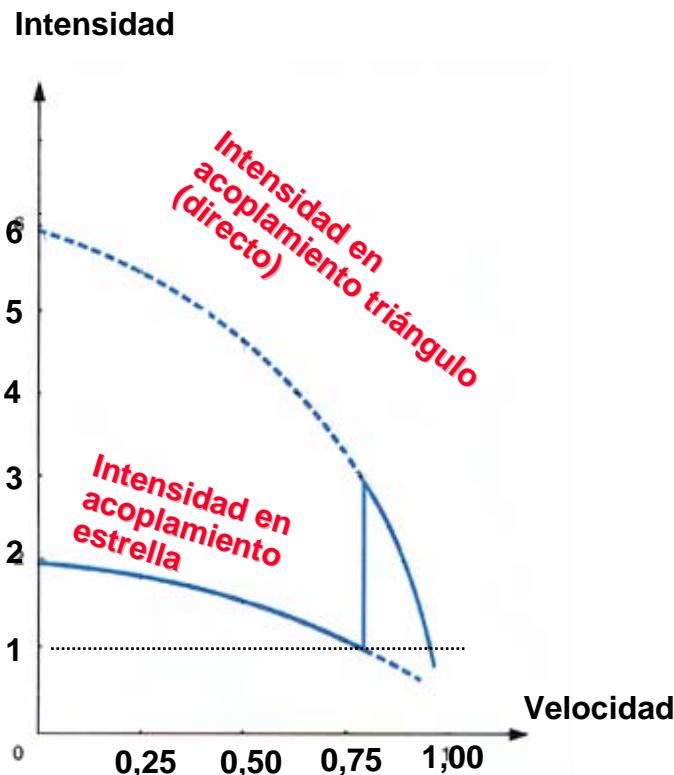
# ARRANQUE MOTOR

Estrella / triángulo. Esquema:



# ARRANQUE MOTOR

## Estrella / triángulo. Curvas:



# ARRANQUE MOTOR

## Estrella / triángulo. Características y aplicaciones:

Par inicial de arranque: 0,2 a 0,5 Mn

Corriente inicial de arranque: 1,3 a 2,6 In

Duración media del arranque: 3 a 7 s

### Aplicaciones :

- Máquinas de arrancado en vacío:  
Ventiladores y bombas centrífugas de  
pequeña potencia.

- Máquinas-herramienta.
- Máquinas para madera, etc..

# ARRANQUE MOTOR

## Estrella / triángulo. Ventajas e inconvenientes:

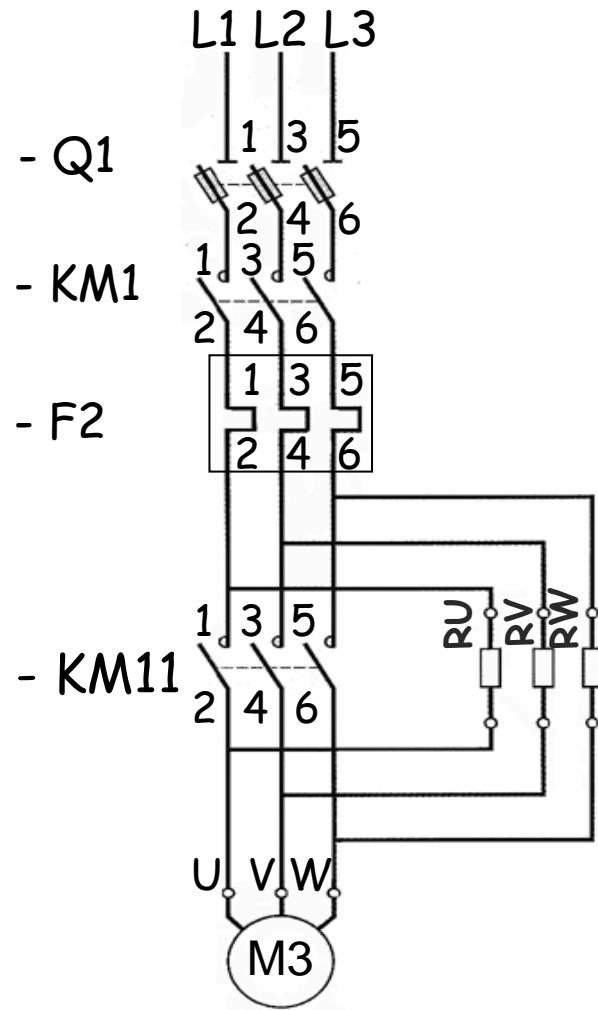
### Ventajas:

- Arrancador relativamente económico.
- Buena relación par / intensidad.
- Reducción de la corriente de arranque.

### Inconvenientes:

- Par pequeño en el arranque.
- Corte de alimentación en el cambio (transitorios).
- Conexión motor a 6 cables.
- No hay posibilidad de regulación,

# ARRANQUE MOTOR



Otros tipos de arranque: Por resistencias estatóricas.  
Esquema:

# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Por resistencias estatáticas. Características y aplicaciones:

- Corriente inicial de arranque: 4,5 In.
- Par inicial de arranque: 0,6 a 0,85 Mn.
- Duración media del arranque: 7 a 12 s.
- Aplicaciones típicas:

Máquinas de fuerte inercia sin problemas particulares de par y de intensidad en el arranque:

Turbinas, centrifugadores, máquinas de elevación,  
Etc.

# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Por resistencias estatáticas. Ventajas e inconvenientes:

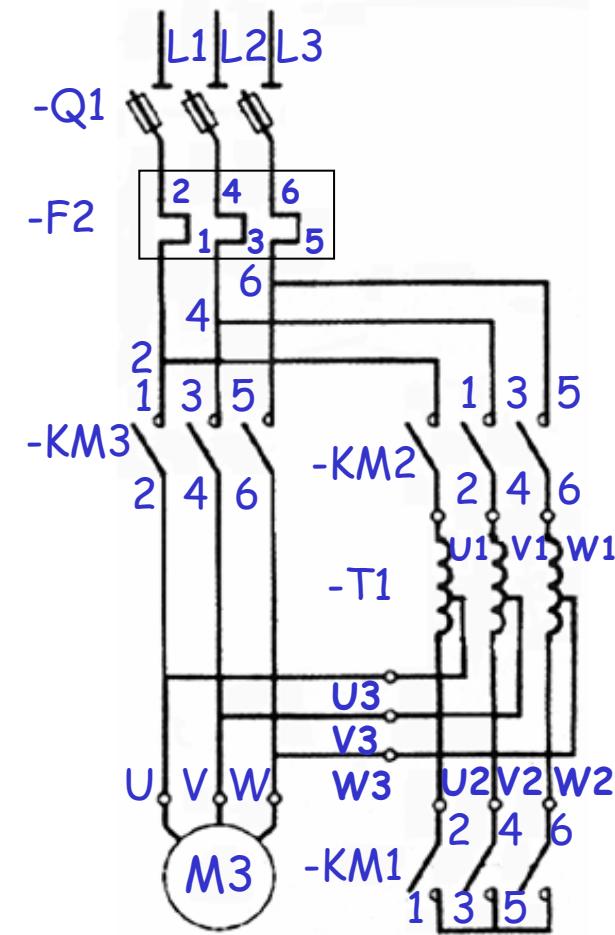
## Ventajas:

- Posibilidad de ajuste de los valores de arranque.
- No hay corte de la alimentación durante el arranque.
- Importante reducción de las puntas de corriente transitorias.

## Inconvenientes:

- Pequeña reducción de la punta de arranque.
- Necesita resistencias.

# ARRANQUE MOTOR



Otros tipos de arranque: Por Autotransformador. Esquema:

# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Por autotransformador.  
Características y aplicaciones:

- Corriente inicial de arranque: 1,7 a 4 In.
- Par inicial de arranque: 0,4 a 0,85 Mn.
- Duración media del arranque: 7 a 12 s.
- Aplicaciones típicas:

Máquinas de gran potencia o de fuerte inercia en los casos donde la reducción de la punta de intensidad es un criterio importante.

Otros tipos de arranque: Por autotransformador.

Ventajas e inconvenientes:

Ventajas:

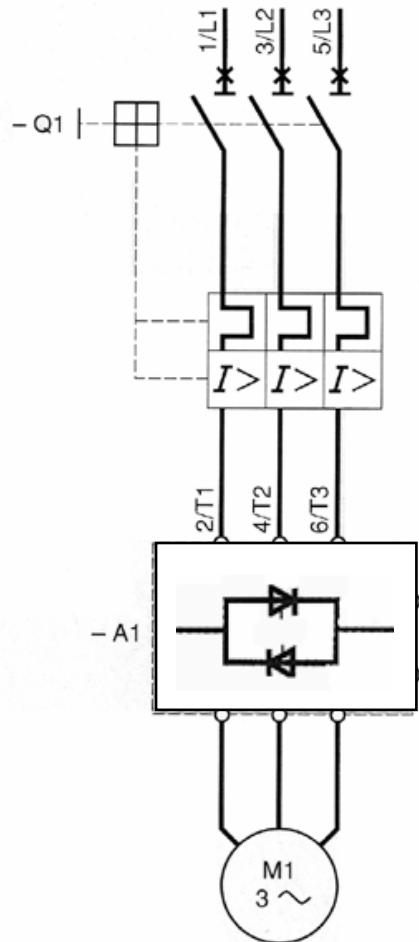
- Buena relación par / intensidad.
- Posibilidad de ajuste de los valores de arranque.
- No hay corte de la alimentación durante el arranque.

Inconvenientes:

- Necesita un autotransformador.
- Dimensiones importantes.

# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Arrancador estático. Esquema:



ATS48

ATS01

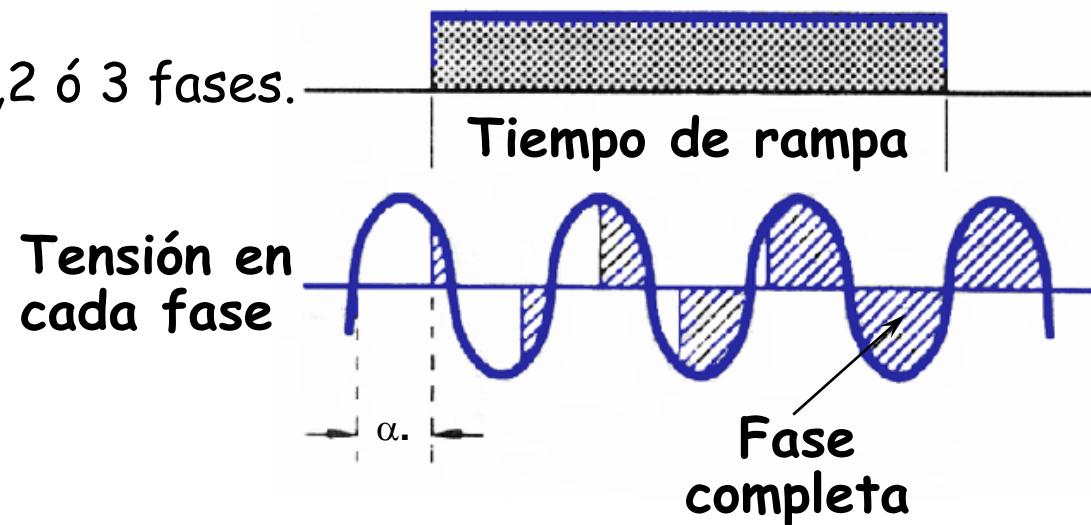
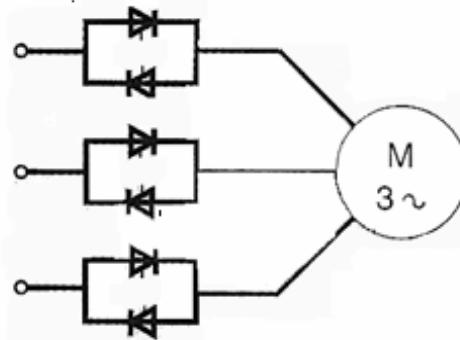


# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Arrancador estático.

Principio:

- La tensión aplicada al motor aumenta mientras se reduce el ángulo de cebado  $\alpha$ . del tiristor, incrementando gradualmente la velocidad de rotación del motor.
- El tiempo de rampa es el período necesario para que el ángulo a pase a cero grados, llegando al 100 % la tensión aplicada en bornas del motor.
- La rampa se produce en 1,2 ó 3 fases.



# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Arrancador estático.  
Características y aplicaciones:

Par inicial de arranque: Regulable.

Corriente inicial de arranque : Regulable.

Duración media del arranque: Regulable.

Aplicaciones:

- Bombas, ventiladores, compresores, cintas transportadoras.
- Manejo de productos frágiles.
- Transmisiones a correas, cadena.

# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Arrancador estático.  
Ventajas e inconvenientes:

Ventajas:

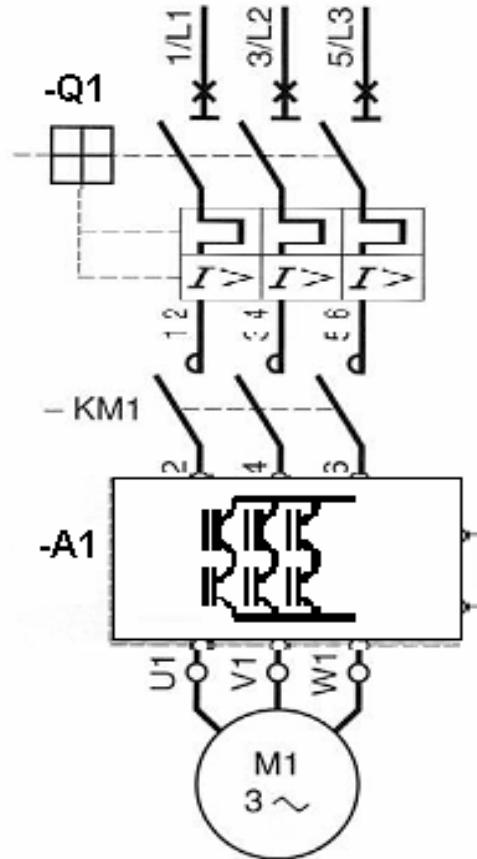
- Arranque suave y Parada ralentizada.
- Ajuste en la puesta en servicio.
- Solución compacta.
- Tecnología estática.

Inconvenientes:

- Precio.
- No frena, ni para en rampa.
- Tiempo parada ralentizada mayor que rueda libre.

# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque:  
Variador de velocidad. Esquema:



# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Variador de velocidad.  
Características y aplicaciones:

Par inicial de arranque: Regulable

Corriente inicial de arranque : Regulable

Duración media del arranque: Regulable

Aplicaciones:

- Velocidad variable y arranque y parada suaves en:

Bombas, ventiladores, compresores, cintas transportadoras, elevación, Etc.

# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Variador de velocidad.  
Ventajas e inconvenientes:

Ventajas:

- Arranque y Parada suaves.
- Velocidad ajustable.
- Ajuste en la puesta en servicio.
- Tecnología estática.
- Ahorro de energía.
- Frenado.
- Lazo de control con sensor externo.

# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Variador de velocidad para servos.  
**Lexium17: Potencias y características generales.**

- Tipos:
  - Interfase analógico (Lexium 17D).
  - Interfase SERCOS (Lexium 17S).
- Rango de potencias nominales (7 potencias: 1, 2, 4, 6.6, 14, 27 y 47 kW).
- Alimentación variable 208 - 480 VAC trifásica o 230 V monofásica. Autorización CE sin filtros externos (las primeras 5 tallas).
- La alimentación externa de 24V para la parte de control y E/S,
- Tras un fallo de tensión, si se mantienen los 24 VDC (UPS) se mantiene el seguimiento de posición → ideas.
- Resistencia interna de frenado con opción a resistencia externa,
- Medidas compactas.

# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Variador de velocidad para servos.  
Lexium17: E / S.



- E/S analógicas (+ / - 10 Volts).
  - 2 entradas: 14 y 12 bits.
  - 2 salidas: 10 bits.
- E/S Discretas:
  - Entradas (24V aisladas ópticamente).
    - 4 propósito general (configurables).
    - 1 entrada de habilitación.
  - Salidas (24V aisladas ópticamente excepto la de fallo).
    - 2 propósito general (configurables).
    - 1 salida de relé de fallo
    - 1 control de freno
- Opción de tarjeta de expansión E/S:
  - Entradas (24V aisladas ópticamente): 32 funciones fijas.
  - Salidas (24V aisladas ópticamente): 29 funciones fijas.

# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Variador de velocidad para servos.

## Lexium17: Comunicaciones.



- RS-232** (Estándar): Punto a punto (hasta 4 equipos).  
Orientado para comunicación con software de configuración (Unilink) y para configuración sencilla de tareas de movimiento por medio de puerto serie (PLC, PC o XBTG).
- CANOpen** (Estándar) perfil DS402: hasta 64 drives pueden ser conectados.  
Configuración recomendada (PLC+TSX CPP110).  
**Nuevo** Tarjeta para conexión estándar CANOpen (*AMO 2CA 001V000*).
  - **MODBUS+** (opcional): Hasta 63 drives pueden ser conectados.
  - **FIPIO** (opcional): Hasta 62 drives pueden ser conectados.
  - **PROFIBUS DP** perfil PPO-tipo 2 (opcional): Hasta 62 drives pueden ser conectados (32 max. sin repetidor).

# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Variador de velocidad para servos.

**Lexium17: Modos de operación.**



- Comando en velocidad:**
  - Según entrada analógica +/-10V.
  - Salida de simulación de encoder: Incremental y SSI.
- Comando en par (corriente):**
  - Según entrada analógica +/-10V.
  - Límite de corriente.
- Posicionador autónomo:**
  - 254 tareas almacenables (180 en EEPROM y 64 en RAM).  
Las tareas pueden ser: Movimiento, comparación, temporización...  
Tareas activadas desde las E/S o a través de comunicaciones.  
Movimiento de referencia configurable.
- Seguidor modo paso a paso (Señal P/D).**
- Seguidor de un encoder externo, engranaje electrónico.**
- Seguidor de posición externa (SERCOS).**

# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Variador de velocidad para servos.  
**Lexium 05: Modos de operación.**

- Primera familia de productos Motion desarrollada exclusivamente para =S=
- Aspecto externo similar al ATV31, de hecho comparten muchos componentes → ahorro de costes.
- Fácil de elegir, similar al ATV31.
  - Detección automática del motor (familia motores SER).
  - Alta integración: filtro de entrada, funciones de paro seguro y resistencia de frenado incluidos.
- Fácil de utilizar, comparte conéctica con ATV31.
  - Función de Autotuning.
  - Software PS2 para configuración, ajuste y monitorización.
  - Configuración por medio de display.
- El rango de potencia 750W - 5.6kW cubre aprox. el 70% del mercado.



# ARRANQUE MOTOR

Otros tipos de arranque: Variador de velocidad para servos.  
**Lexium 05: Potencias y características generales.**

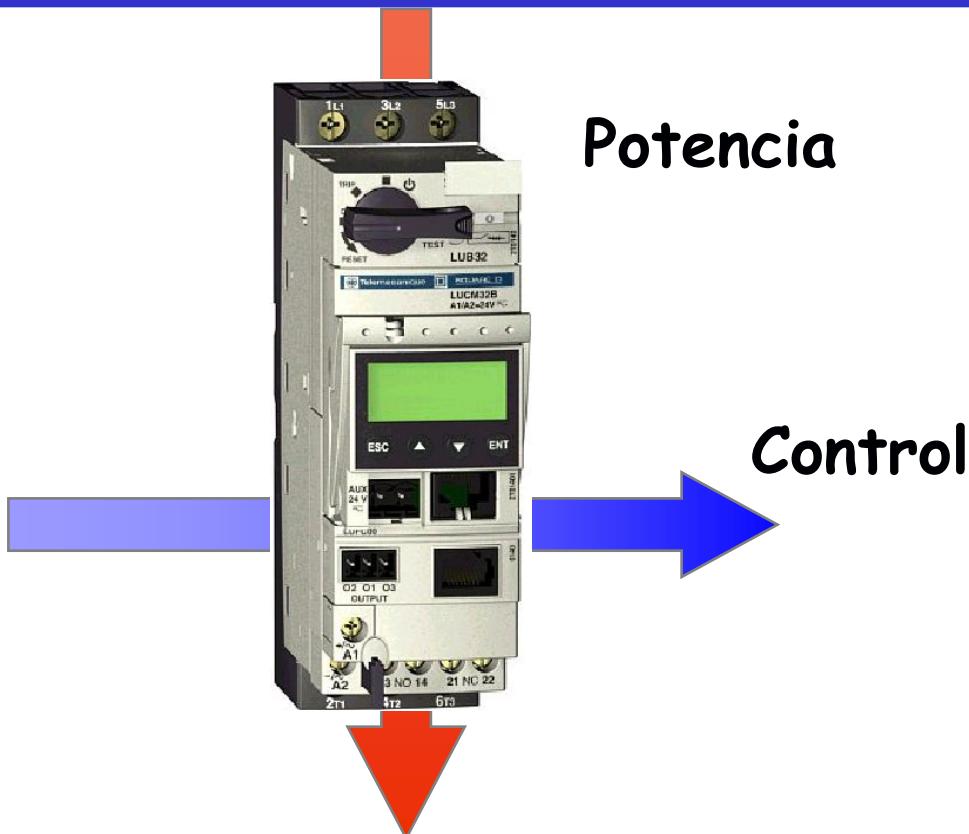
- Rango de potencias nominales (3 tallas).
  - 1 ~ 230: 0.75 kW, 1.2 kW y 1.8 kW
  - 3 ~ 400/480: 1.4 kW, 2.5 kW y 5,6 kW\*
- Resistencias de frenado y filtro EMC integrados.
- Funciones de paro seguro integradas (EN 954-1 cat. 3).
- Protección IP20.
- La alimentación externa de 24V para la parte de control y E/S.
- Tras un fallo de tensión, si se mantienen los 24VDC (UPS) se mantiene el seguimiento de posición → ideas.*
- Dimensiones:
  - Talla 1: 72 x 130 mm.
  - Talla 2: 105 x 130 mm.
  - Talla 3: 140 x 170 mm.

\* Estará disponible más tarde



# ÚLTIMAS NOVEDADES EN ACCIONAMIENTOS

El arrancador TeSys modelo U, combina Potencia y Control en un mismo concepto



# ÚLTIMAS NOVEDADES EN ACCIONAMIENTOS

## Composición:

Seccionador e  
Interruptor



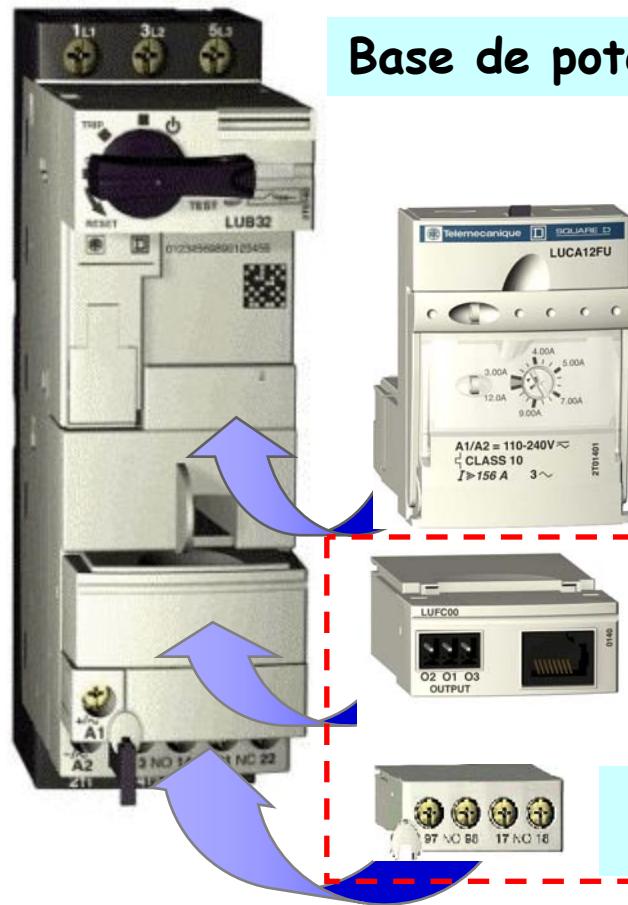
Protección Térmica  
Y magnética



Comutación



Módulos  
de aplicación  
y Accesorios



Base de potencia

Unidad de Control

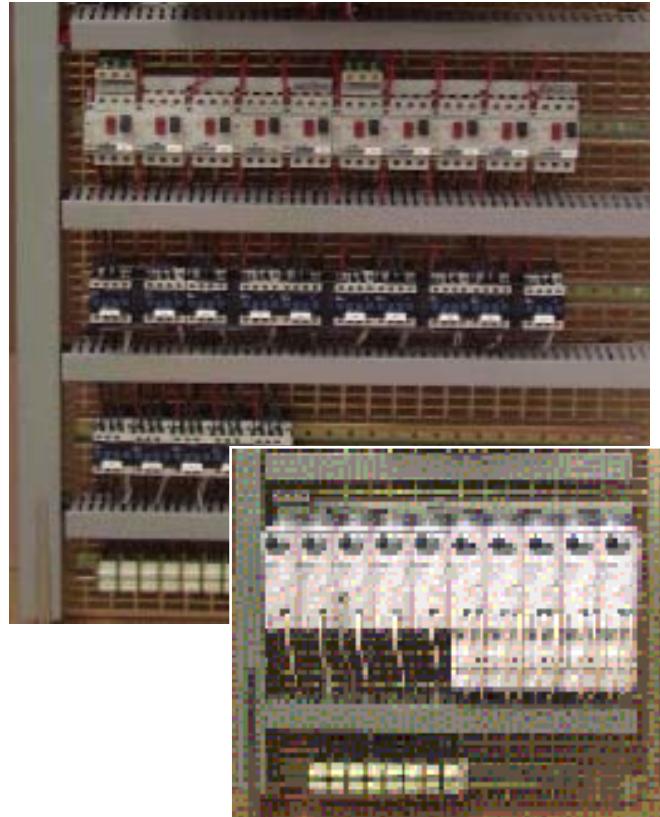
Módulo de  
Aplicación

Contactos de  
estado

opcional

# ÚLTIMAS NOVEDADES EN ACCIONAMIENTOS

- Todas las funciones de un Arranque motor unidas.
- Máxima reducción de espacio.
  - Disipación térmica dividida por 4.
  - Arrancador hasta un 20% más pequeño que la solución compacta de TeSys.
  - El Inversor más estrecho del mercado.
- Amplios Rangos de Tensión y Corriente.



# ÚLTIMAS NOVEDADES EN ACCIONAMIENTOS

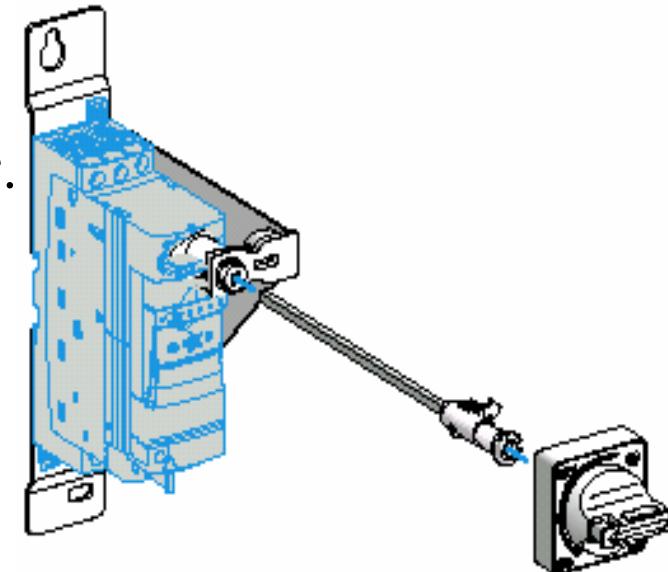
- **Personalizable en el último instante**

- La Unidad de Control se incorpora en el último instante
- Elementos Enchufables (sin herramientas).
- La base de Pot. de 32A permite arrancadores desde 0,1 a 32A

- **Flexibilidad al Cambio**

- Actualización instantánea del arrancador a nuevas funcionalidades

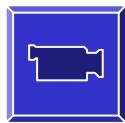
- **Amplitud de Accesorios (precableado, mando puerta ...)**



# ÚLTIMAS NOVEDADES EN ACCIONAMIENTOS

## Unidades de control:

**Estándar**



**Avanzada**



**Multifunción**

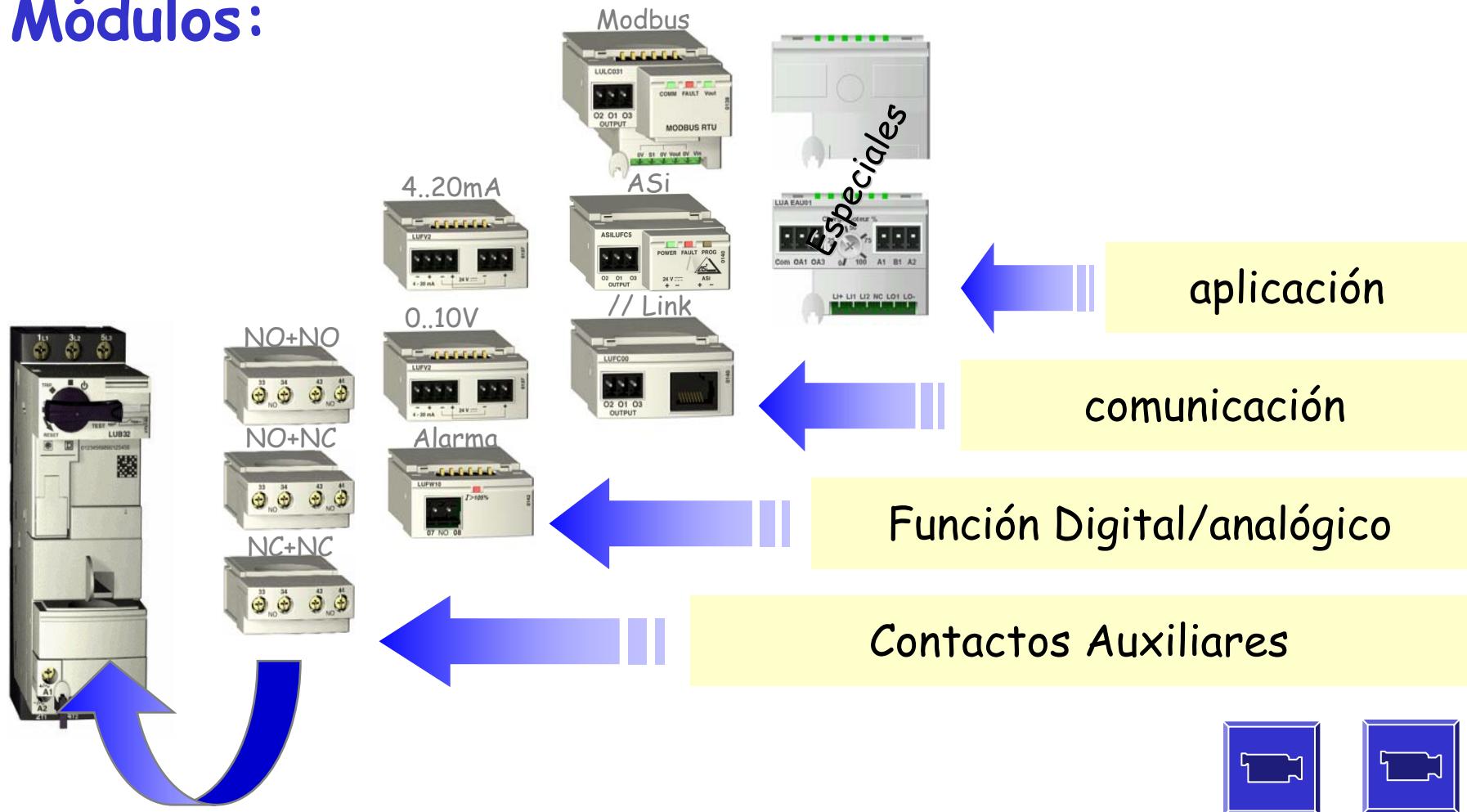
**Clase 5..30**  
**Monofásica,**  
**Trifásica**



...sin necesidad de  
herramientas

# ÚLTIMAS NOVEDADES EN ACCIONAMIENTOS

## Módulos:



# ÚLTIMAS NOVEDADES EN ACCIONAMIENTOS

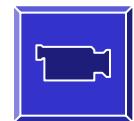
**Limitador / inversor:**

**Seccionador-Limitador**

Icc hasta 130KA a 440V en AC-3

Nuevos bloques de potencia...

**Bloque Inversor Vertical**



# ÚLTIMAS NOVEDADES EN ACCIONAMIENTOS

LUB 12 ...



LUB 32 ...



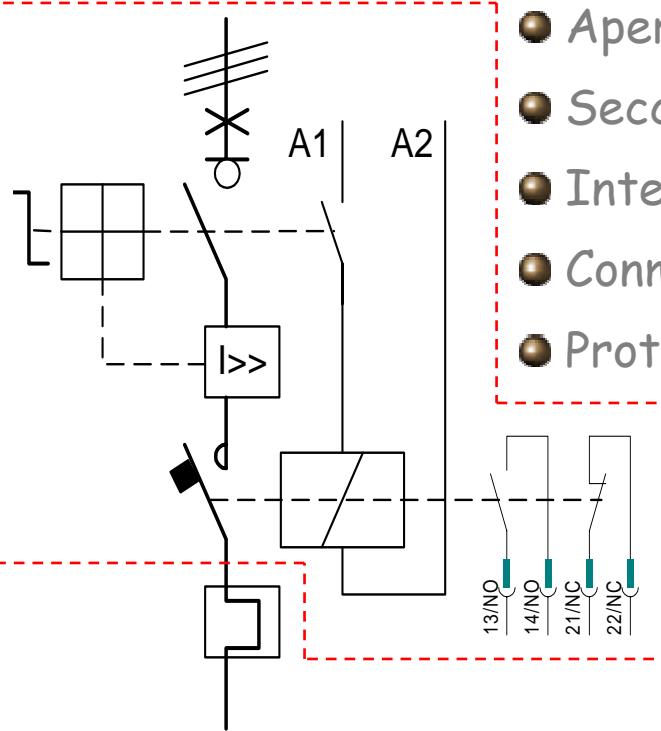
Hasta 12A,  
400v AC-3

Hasta 32A,  
400v AC-3

## Esquema base:

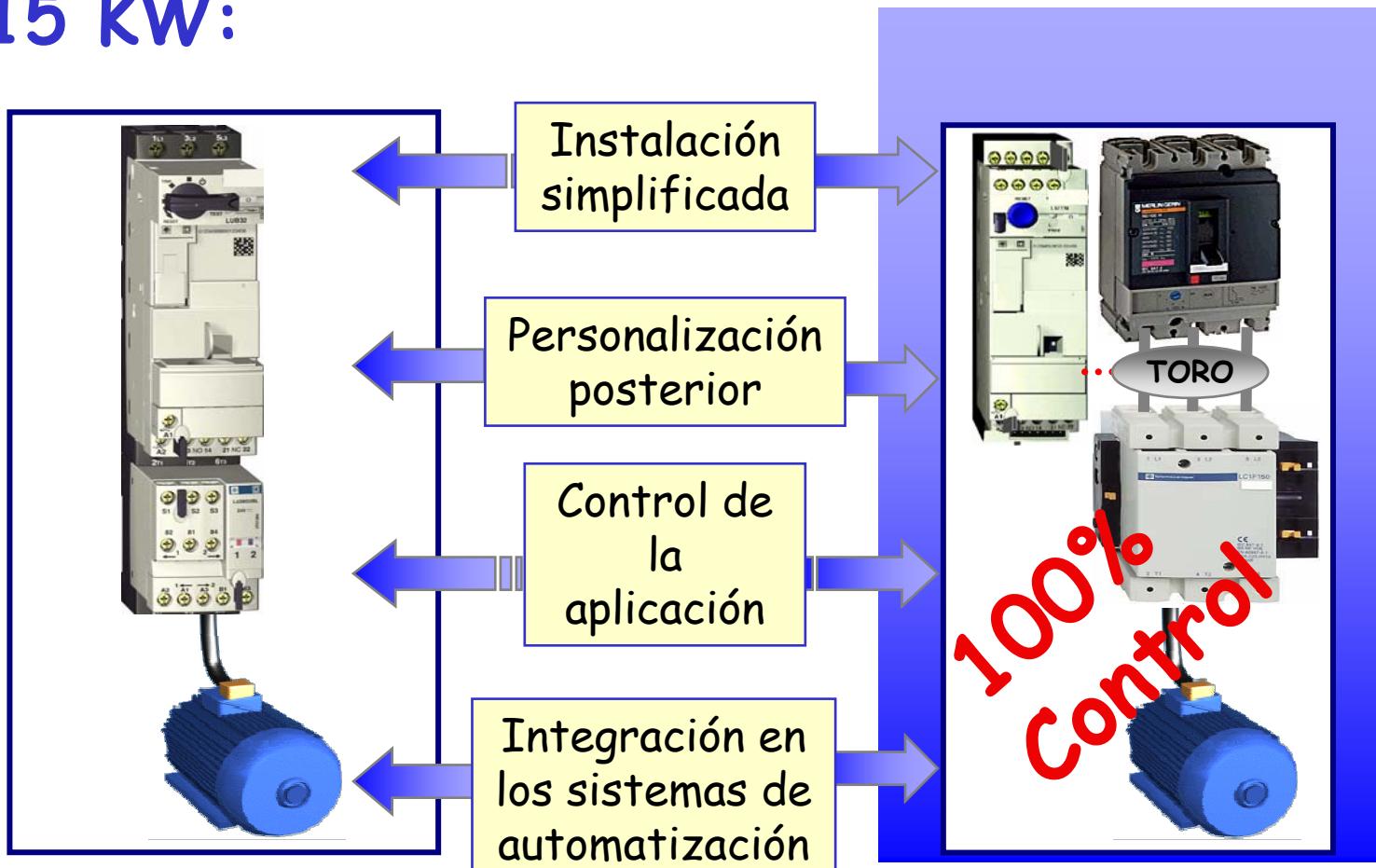
- La base de potencia tiene las siguientes funciones :

- Apertura
- Seccionamiento/enclavamiento
- Interrupción manual
- Comutación (contactor)
- Protección (magnética)

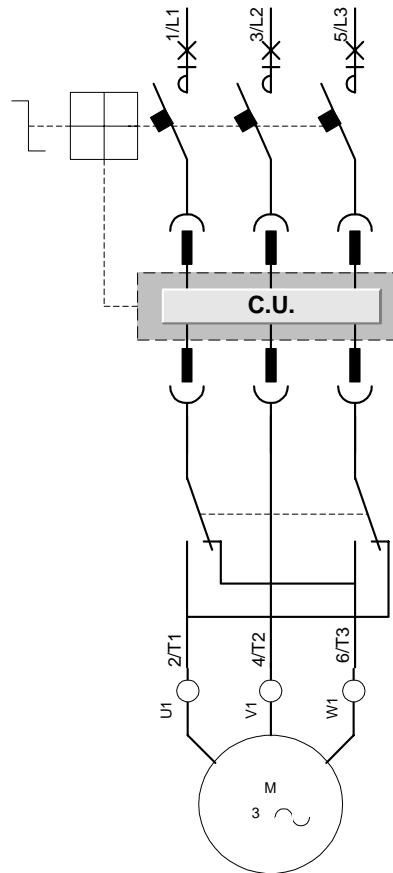


# ÚLTIMAS NOVEDADES EN ACCIONAMIENTOS

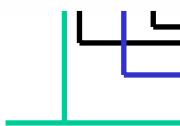
>15 KW:



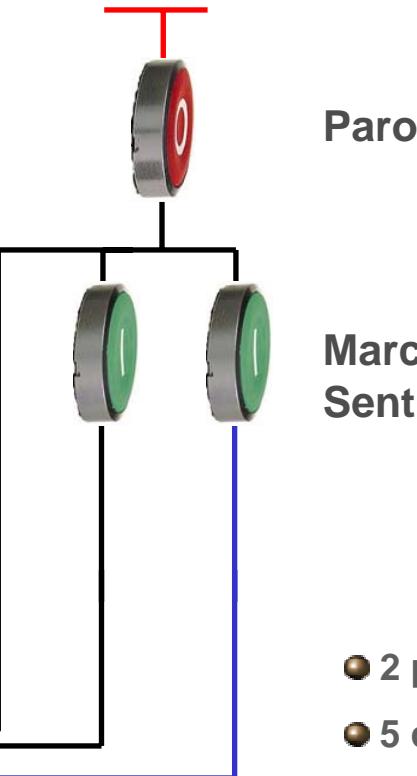
# ÚLTIMAS NOVEDADES EN ACCIONAMIENTOS



No necesita enclavamiento mecánico



## Inversor: Bloque Inversor



- 2 productos
- 5 cables
- 5 conexión(es)...