



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE INGENIERÍA



Instalaciones Eléctricas

Comando y Protección de Motores

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinacion

Arranadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

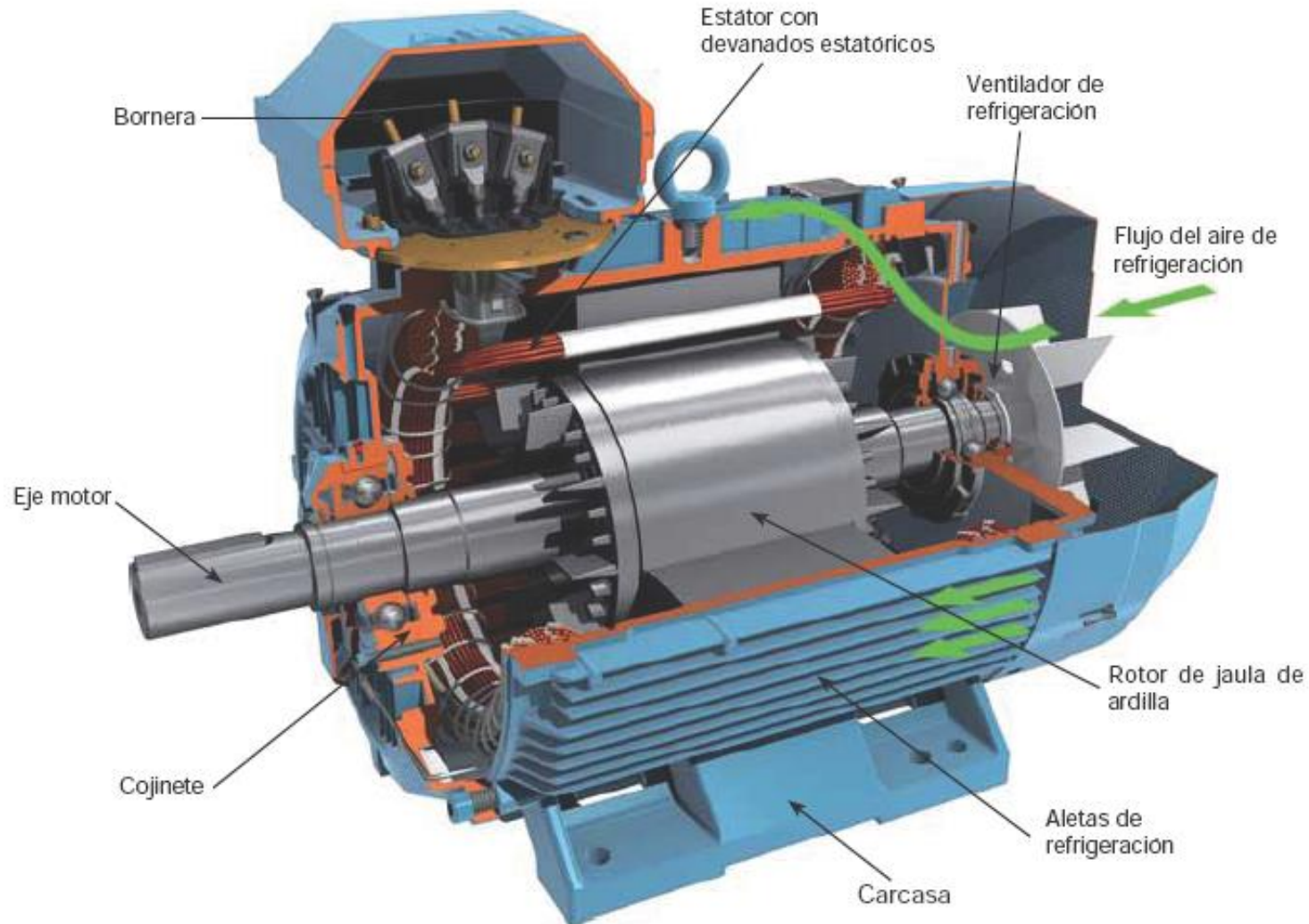
Tipos de Motores

Motor en Alterna

- Monofásico
- Universal
- Trifásico
 - **Asíncronos (Jaula de ardilla)**
 - **Inducción 95% del total de motores**
 - Rotor bobinado
 - Síncronos
 - Imán permanente
 - Polos salientes
 - Polos lisos

Motor en Continua

El motor eléctrico asíncrono - Diseño mecánico



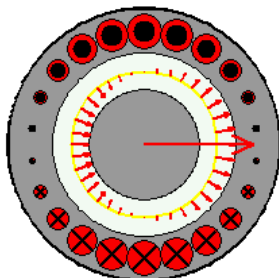
Motor con rotor jaula de ardilla

Giro del rotor

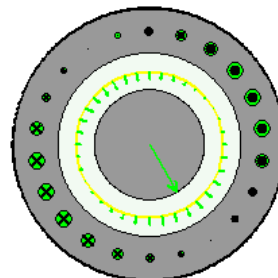


Motor con rotor jaula de ardilla

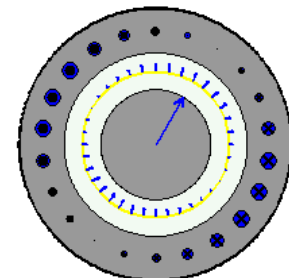
Generación del campo giratorio



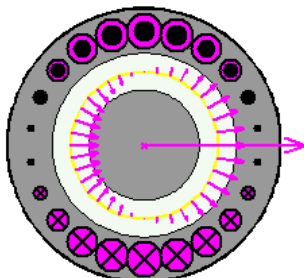
Phase A



Phase B

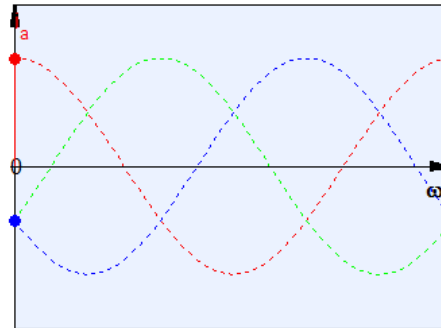


Phase C

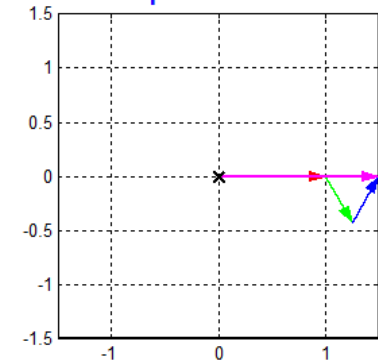


Resultant

Balanced three-phase currents



Space vectors



Motor con rotor jaula de ardilla

Puntos a favor del diseño

Es el más usado a nivel industrial por;

Economía

- Más accesible debido a su diseño
- Buen rendimiento
- Menos mantenimiento

Sin anillos ni escobillas

Performance

- Es fácil controlar sus características mediante dispositivos cada vez más accesibles
- Alto torque y aceleración

Objetivo Salida a Motor

Los objetivos de una salida a motor son los siguientes:

- Asegurar la seguridad del personal y los bienes.
- Proteger el motor y sus componentes contra los efectos de fallas, tanto mecánicas como eléctricas.
- Permitir el encendido y apagado del motor
- Maximizar la continuidad de servicio

Salida a Motor

Para cumplir los objetivos planteados, una salida motor debe permitir:

- Seccionamiento.
- Comando.
- Protección contra cortocircuitos
- Protección contra sobrecargas permanentes
- Protecciones específicas

Salida a Motor

Una salida a motor se forma combinando varios elementos :

- Seccionadores
- Seccionadores porta fusibles
- Base Fusibles con Fusibles
- Interruptores automáticos (solo magnéticos)
- Contactores
- Relés térmicos
- Guardamotors magnéticos
- Guardamotors magnetotérmicos

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arranadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

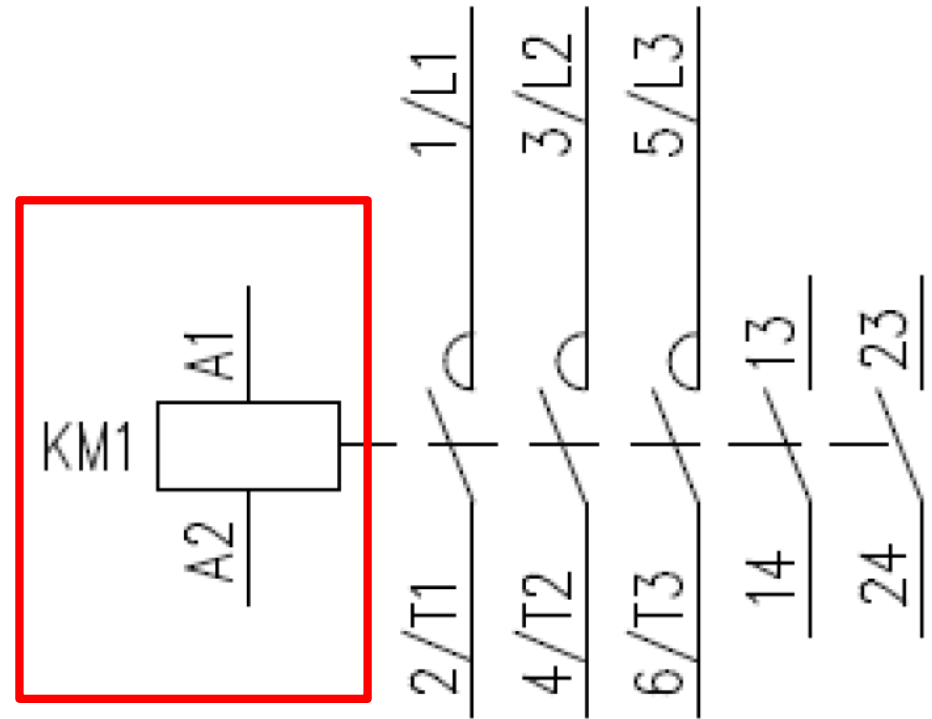
Variador de Frecuencia

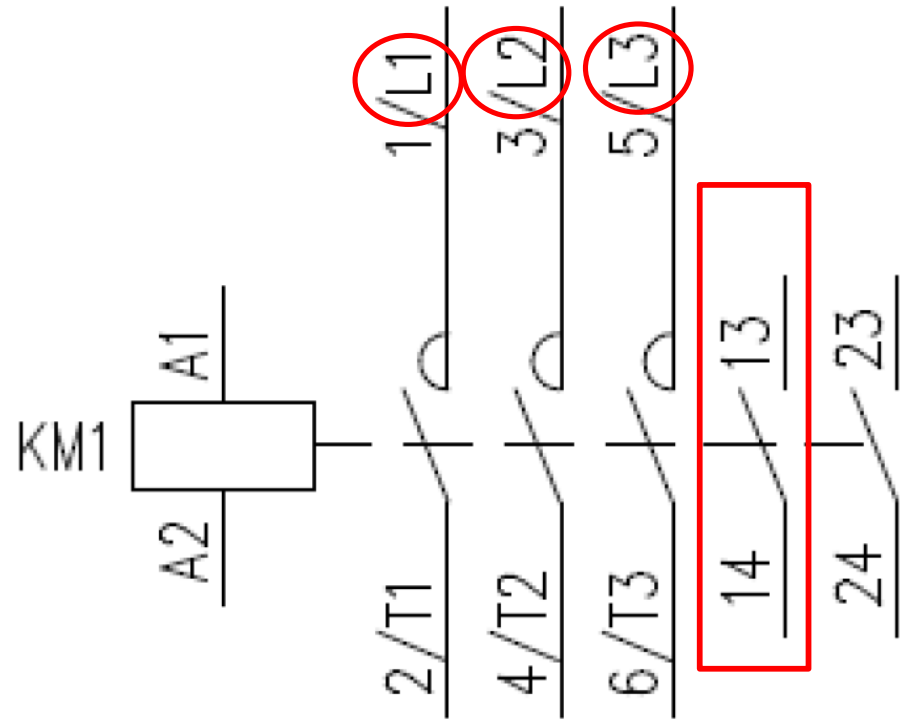
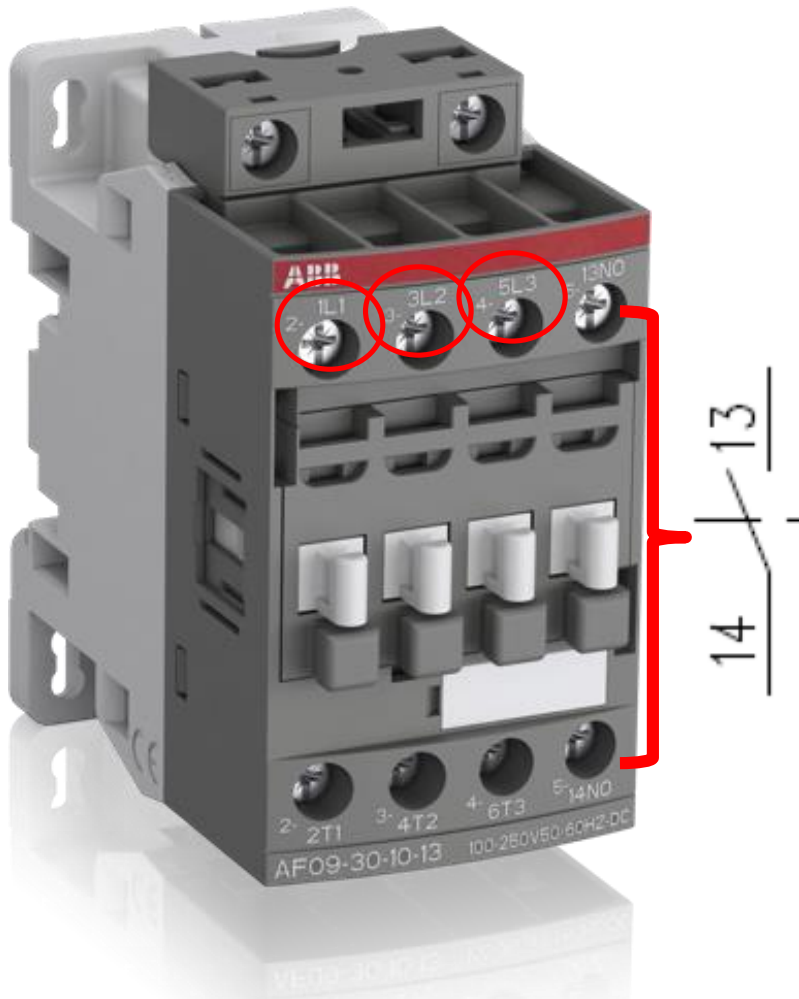
Generalidades

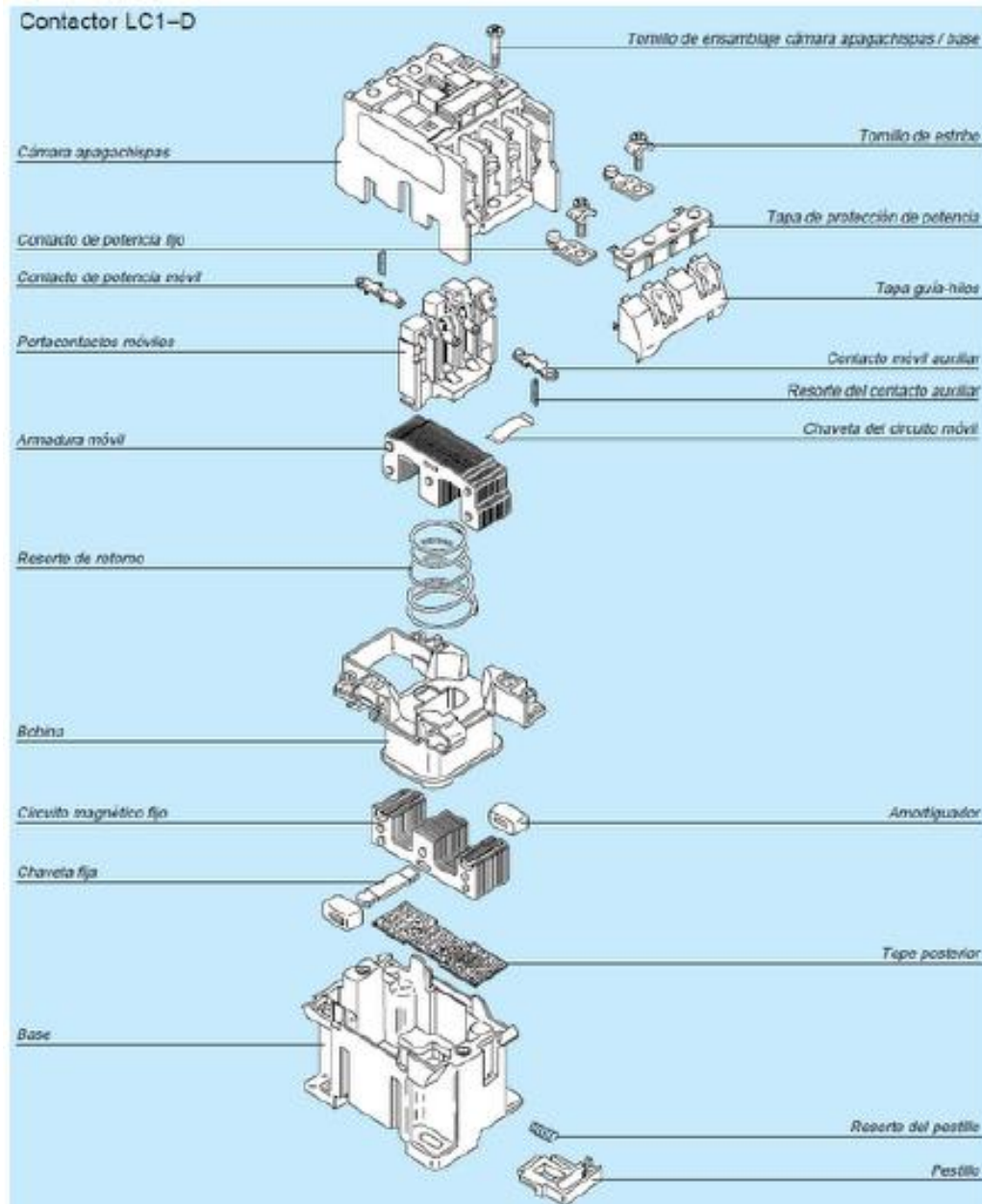
- Realiza la función de comando.
- Es un dispositivo mecánico de conexión controlado remotamente.
- Consta principalmente de:
 - Contactos de potencia ó principales
 - Contactos secundarios de señalización
 - Bobina
- Funcionamiento básico
 - Con la bobina desenergizada los contactos principales se encuentran abiertos y los contactos secundarios se encuentran en posición “normal”.
 - Con la bobina energizada se cierra el circuito principal y todos los contactos secundarios cambian de posición.

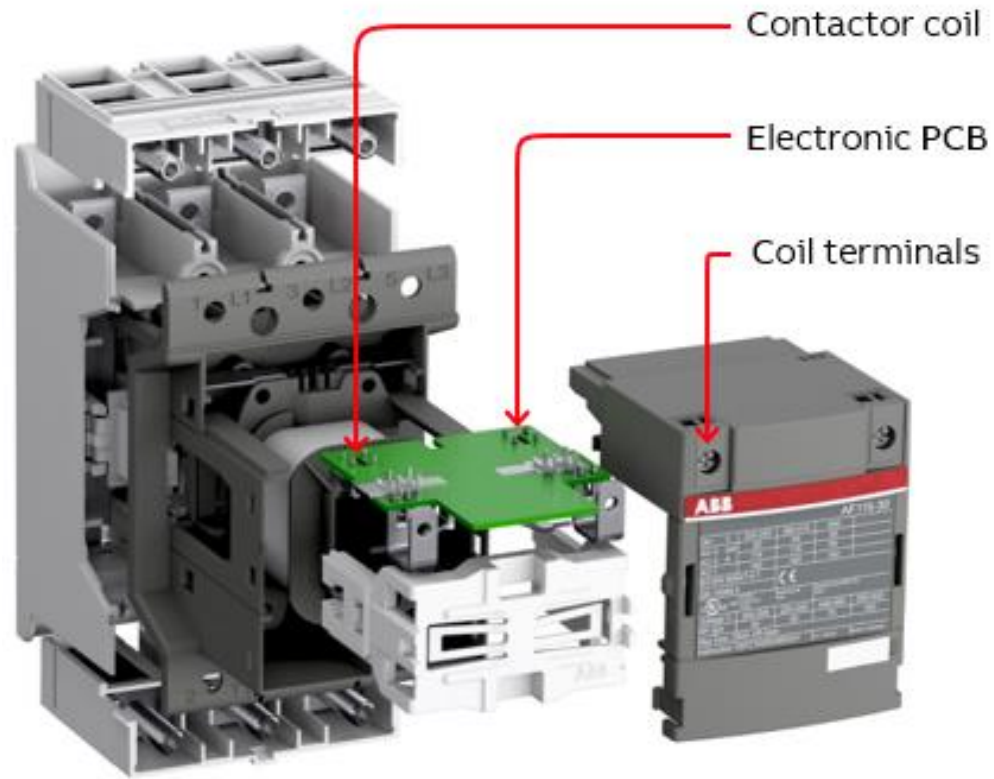
Ventajas

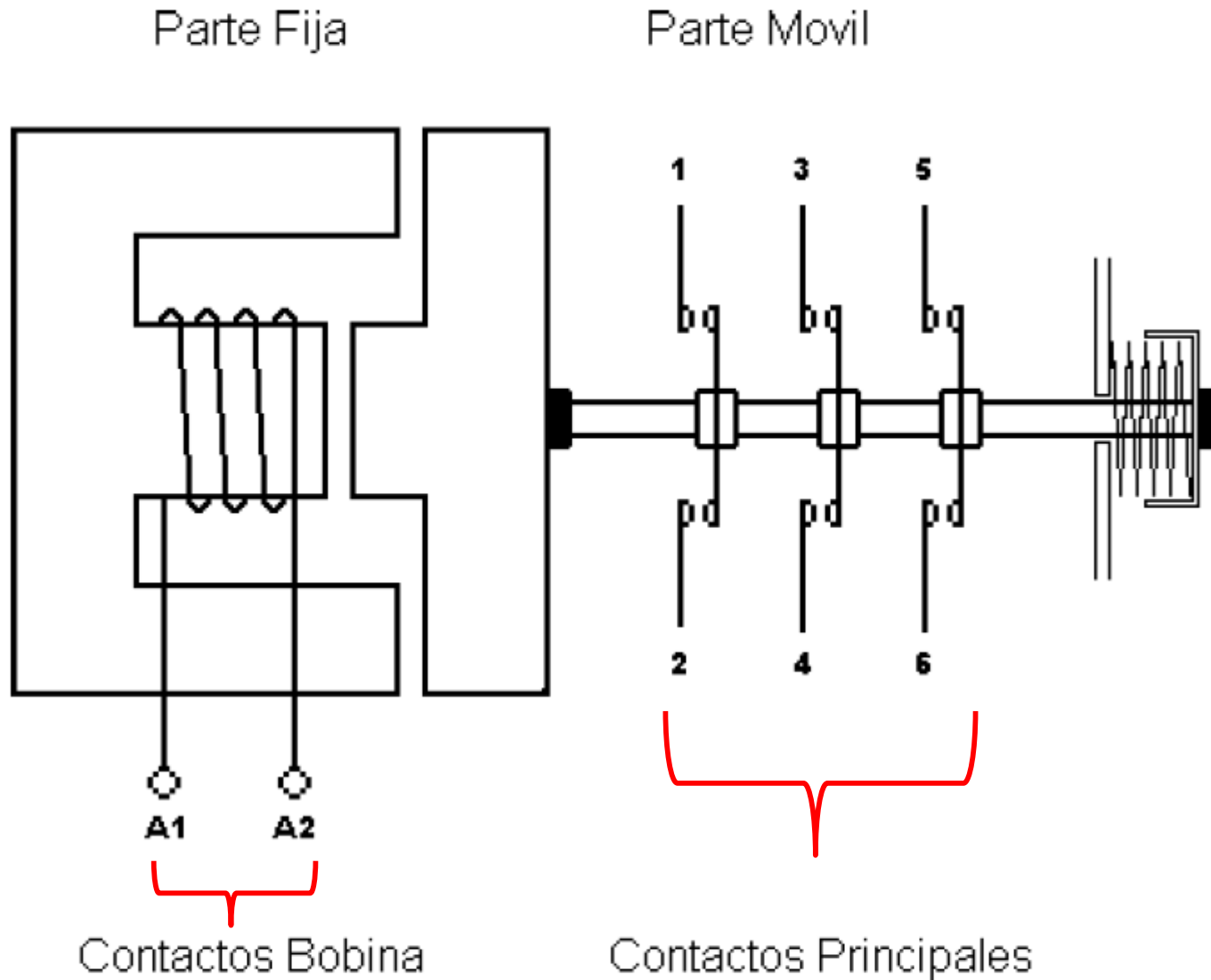
- Posibilidad de comandar grandes corrientes a través de un dispositivo de baja potencia (bobina, tensión auxiliar).
- Posibilidad de implementar comandos remotos y automáticos.
- **Elevado número de maniobras, mecánicas y eléctricas.**
- Adecuado para servicio intermitente y continuo.
- Son robustos y confiables.











Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arranadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

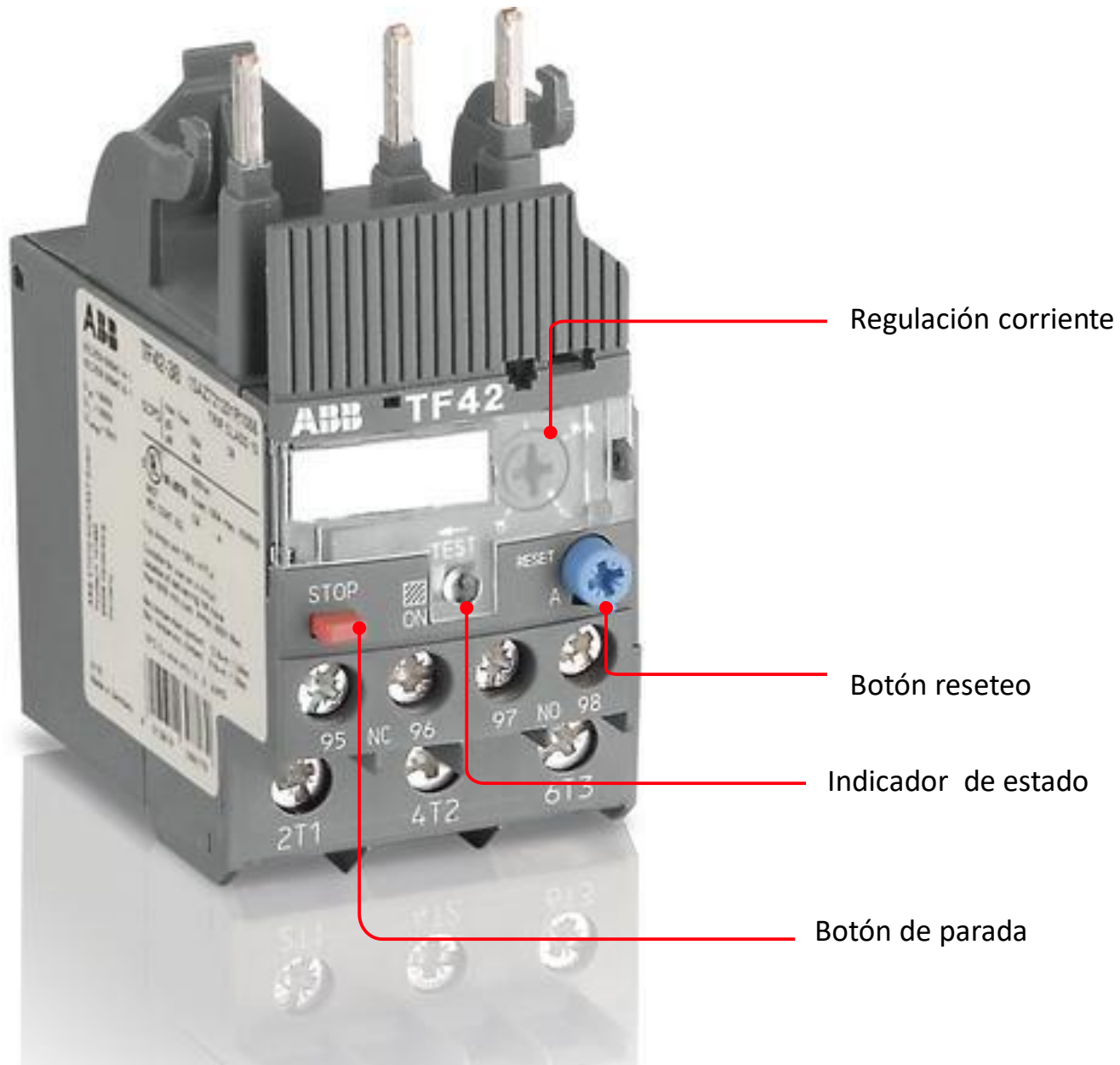
Arranque Estrella/Triángulo

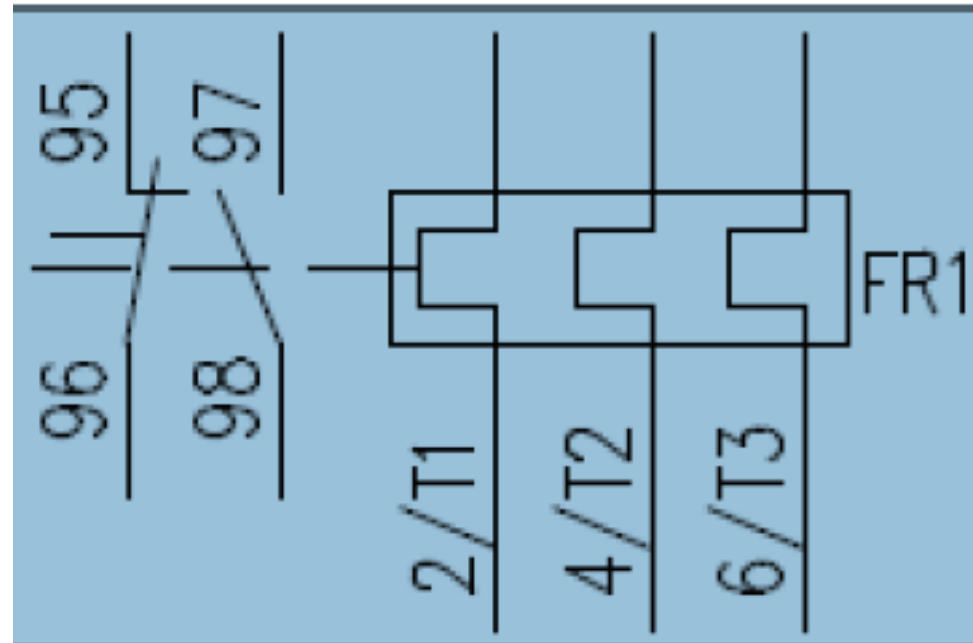
Arranque Suave (Softstart)

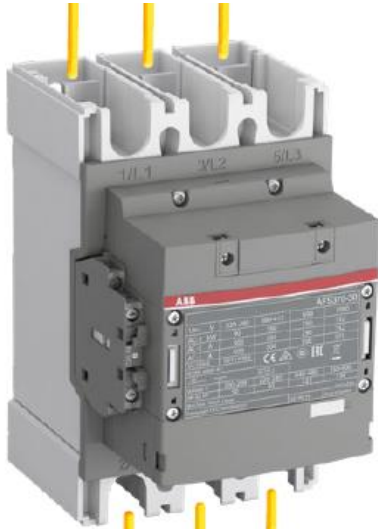
Variador de Frecuencia

Generalidad

- Realiza la función de protección contra sobrecarga.
- **Se asocia a un contactor que es el que realiza la apertura del circuito de potencia.**
- Consta de:
 - Bimetal
 - Contacto de señalización
 - Regulación
- Funcionamiento
 - Simula mediante un bimetal el calentamiento del bobinado del motor.
 - Cuando la temperatura medida sobrepasa la regulación se invierten los contactos de señalización.
 - La temperatura es medida en forma indirecta a través de la corriente (la regulación es en corriente).







AFS contactor
with built-in cable clamps



TF/TA
Thermal overload relay
EF
Electronic overload relay

MCCB
Moulded-case circuit-breaker (magnetic only)



BEA
Connection bar



AF116 ... AF370
Contactor



TF
Thermal overload relay
EF
Electronic overload relay



1SFC101190V0001

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arranadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

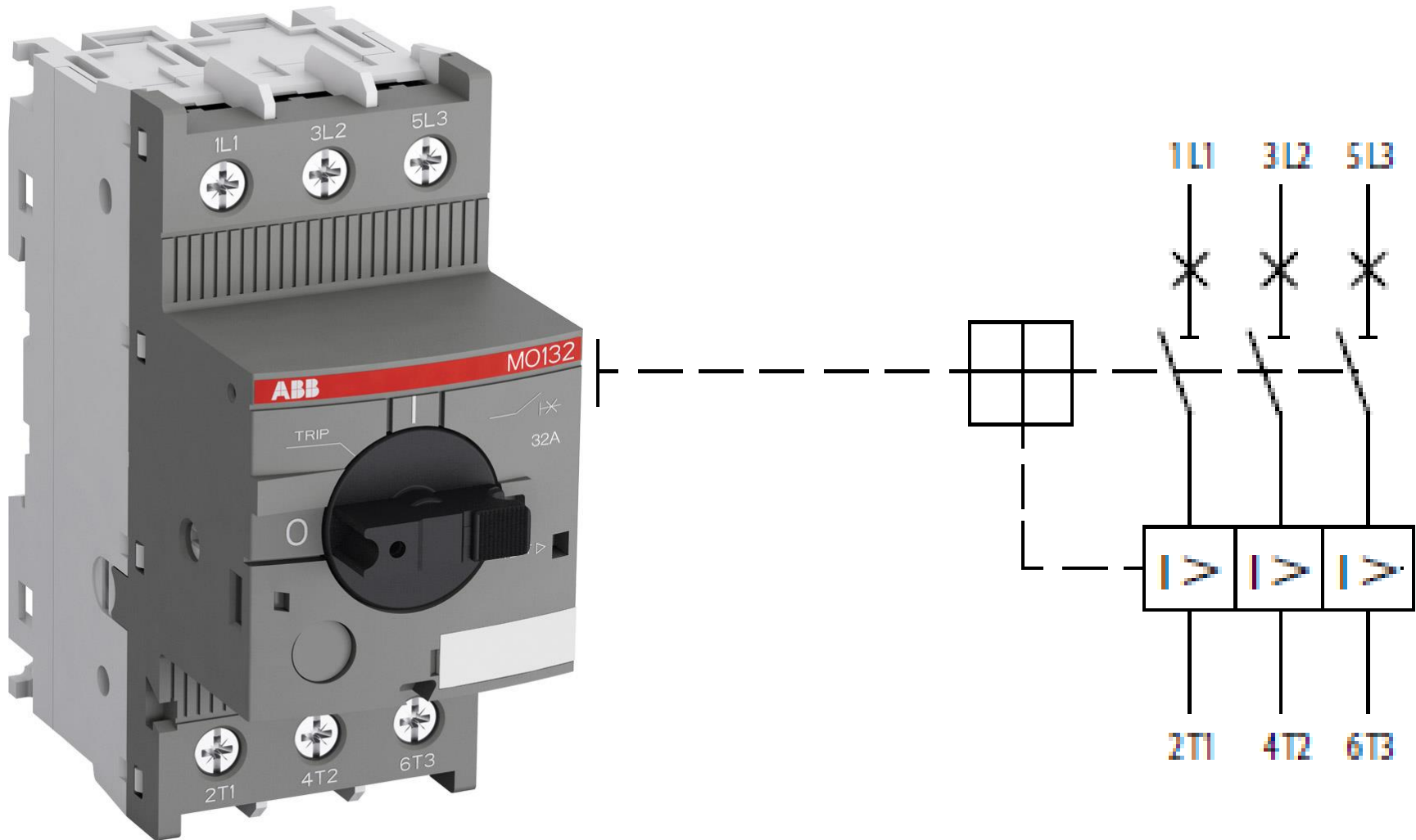
Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

Generalidad

- Realiza la función de protección contra cortocircuito.
- Adicionalmente cumple la función de seccionamiento.
- Son dispositivos de corte tripolar.
- Presentan elevado poder de corte.
- Detecta pérdida de fase



Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arranadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

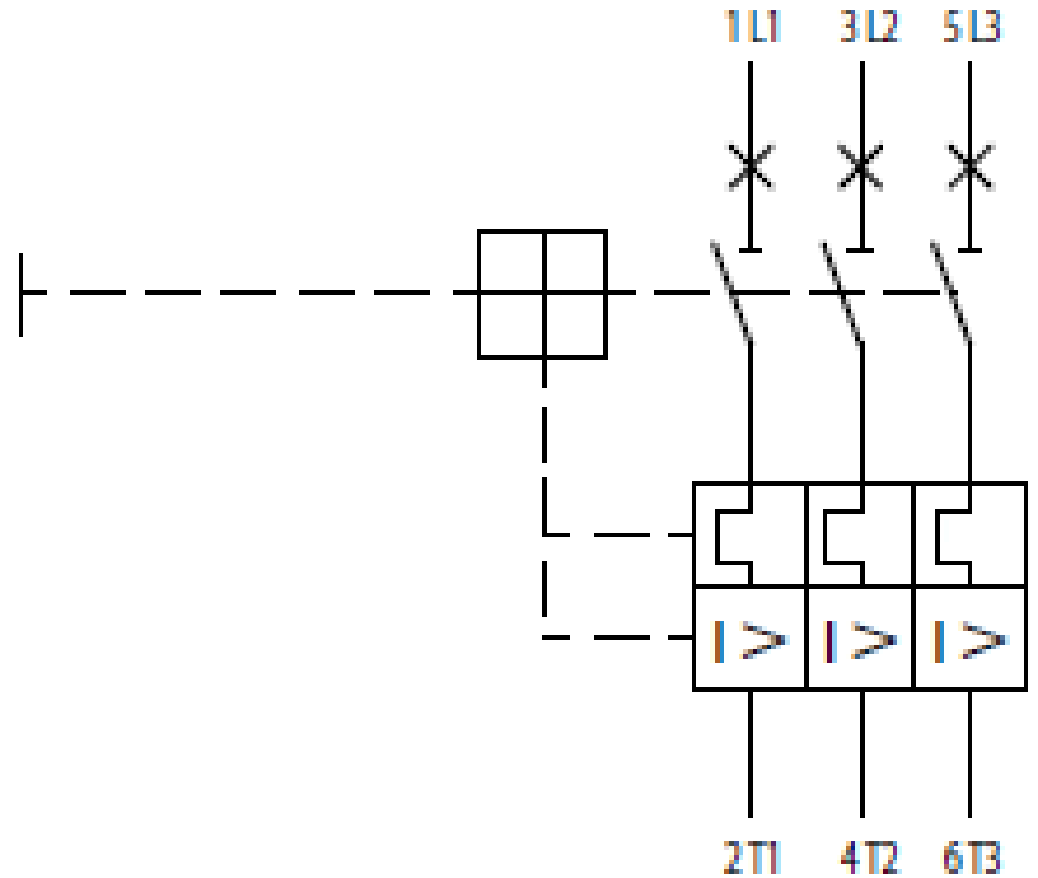
Arranque Estrella/Triángulo

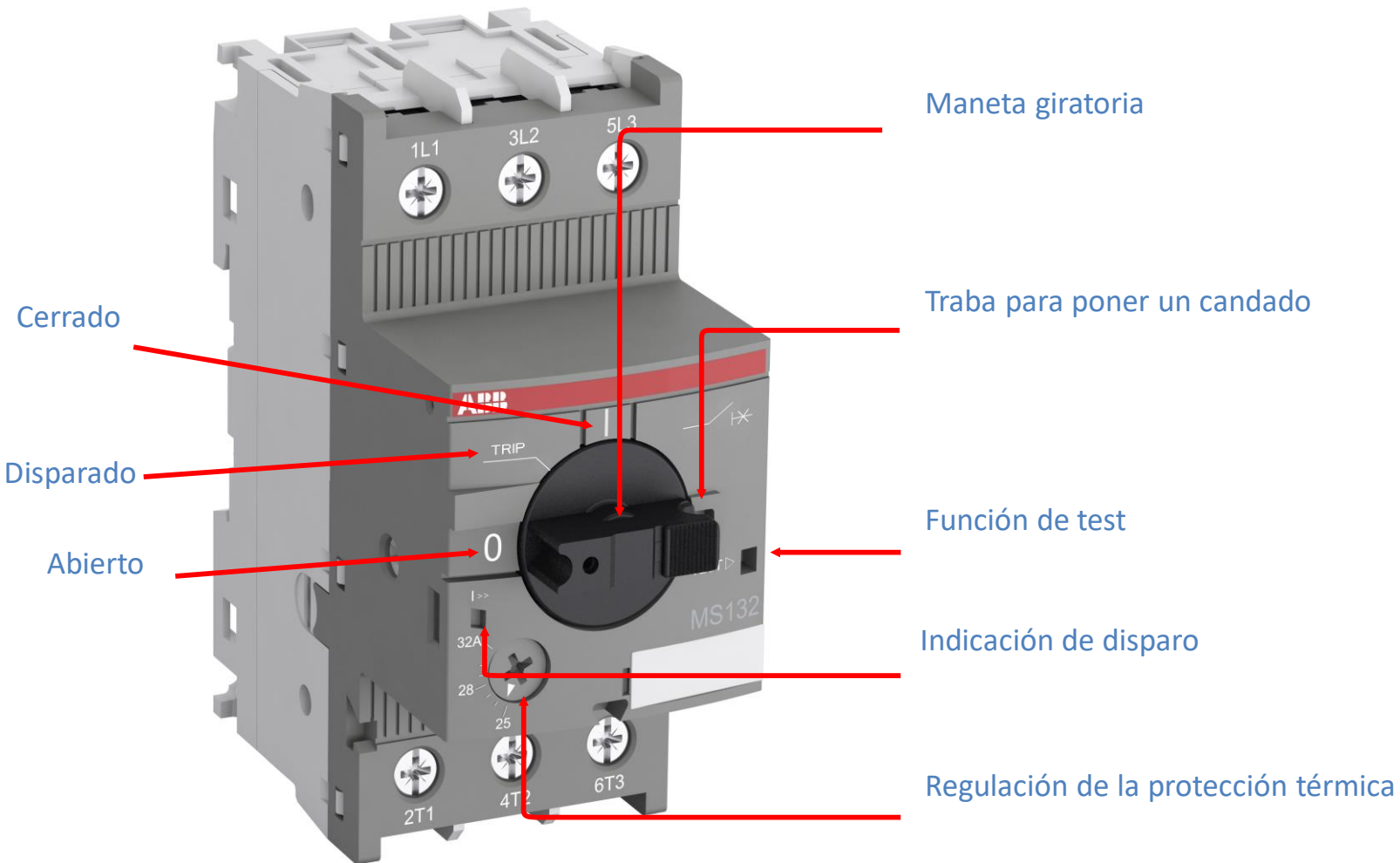
Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

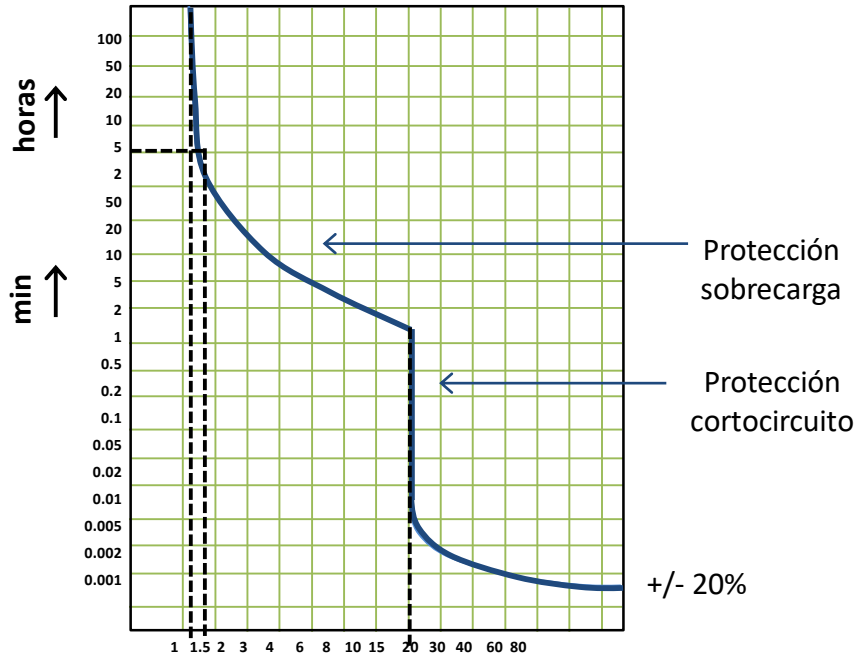
Generalidad

- Realiza la función de protección contra cortocircuito y sobrecarga
- Adicionalmente cumple la función de seccionamiento.
- Son dispositivos de corte tripolar.
- Presentan elevado poder de corte.
- Poseen regulación de corriente
- Detecta pérdida de fase

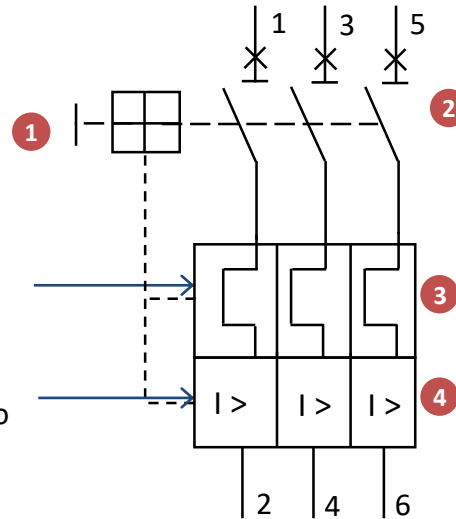




Curva de protección contra sobrecarga y cortocircuito



Multiplo de la corriente nominal →



- 1 Operación Manual
- 2 Función de seccionamiento
- 3 Protección contra sobrecargas y pérdida de fase)
- 4 Protección Magnética (Protección contra cortocircuitos)

Trip curve according to IEC 60947-4-1:

- $I < 1.05 \times I_n$: No tripping
- $1.05 \times I_n < I < 1.2 \times I_n$: Thermal tripping within 2 hrs.
- $12.5 - 15 \times I_n$ (+/- 20%: Magnetic tripping)

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos/dispositivos – Arranque Directo

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arranadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

Criterios de selección

- Se deben cumplir las 4 funciones básicas.
- No superponer funciones en diferentes dispositivos.
- Asociaciones “razonables” para un **arranque directo** son:
 - Seccionador, fusibles, relé térmico y contactor
 - Interruptor, relé térmico y contactor
 - Guardamotor magnético, relé térmico y contactor
 - Guardamotor magnetotérmico y contactor

Criterios de selección



Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arranadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

Reglamento de baja tensión – RBT UTE

Capítulo 19: Motores, Generadores y Convertidores, Transformadores, Reactancias.

- Condiciones de instalación
- Conductores de alimentación
- Protección contra sobrecorrientes
- Protección contra falta de tensión e inversión de Fases
- Potencia de arranque
- Dispositivos de arranque
- Herramientas portátiles

Potencia de arranque

- Los motores tendrán limitada la corriente en el arranque si se producen efectos que perjudiquen la instalación u ocasionen perturbaciones al funcionamiento de otros receptores.
- Se permite el arranque directo de motor(es) hasta una potencia menor al 20% de la potencia contratada.
- Si se limita la corriente se permite el arranque de motor(es) hasta una potencia menor al 40% de la potencia contratada

P_n	I_{arr} / I_n
De 0.75 a 4kW	Sin límite
De 4 a 22kW	3.5
Mas de 22kW	3

Potencia de arranque

- Se requerirá la aprobación del Centro Técnico de UTE respecto a la utilización de los mismos cuando se trate de:
 - Motores de gran inercia
 - Motores de arranque lento en carga
 - Motores con arranque o aumentos de carga repetida o frecuente
 - Motores para frenado
 - Motores con inversión de marcha
 - Motores con variación de velocidad

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinacion

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

Norma IEC 60947

- Norma está dividida en varias Partes
- Cada componente debe cumplir con las Reglas Generales y Norma de Producto correspondiente:
 - 60947-1 Parte 1: Reglas generales
 - 60947-2 Parte 2: Interruptores automáticos
 - 60947-3 Parte 3: Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles
 - 60947-4 Parte 4: Contactores y arrancadores de motor
 - 60947-5 Parte 5: Aparatos y elementos de conmutación para circuitos de mando
 - 60947-6 Parte 6: Equipos de funciones múltiples
 - 60947-7 Parte 7: Equipos accesorios

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinacion

Arranadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

Categoría de empleo

Categoría de empleo (de un dispositivo de maniobra o fusible)

- Combinación de requisitos específicos, relacionados a la condición en la cual el dispositivo de maniobra o fusible cumple su propósito, y seleccionados para representar las características de un grupo aplicaciones prácticas
- Los requisitos especificados pueden referirse, por ejemplo, a los valores de poder de cierre (de ser aplicable), poder de apertura y otras características, los circuitos asociados y las condiciones relevantes de uso y funcionamiento.

Categoría de empleo - IEC 60947-1

La Categoría de Empleo de un dispositivo define la aplicación destino y está especificada en el estándar del producto asociado; es caracterizada por una o más de las siguientes condiciones de servicio:

- Corriente(s), expresada(s) como múltiplo(s) de I_e
- Tensión(es), expresada(s) como múltiplo(s) de U_e
- Factor de potencia o constantes de tiempo
- Performance en corto circuito
- Selectividad
- Otras condiciones de servicio aplicables

Categoría de empleo - IEC 60947-4-1

La norma IEC 60947-4-1 distingue las siguientes categorías de empleo de manera “standard”

- AC-1 Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces
- AC-2 Slip-ring motors: starting, switching o
- AC-3 Squirrel-cage motors: starting, switching o motors during running
- AC-4 Squirrel-cage motors: starting, plugging, inching
- AC-5a Switching of electric discharge lamp controls
- AC-5b Switching of incandescent lamps
- AC-6a Switching of transformers
- AC-6b Switching of capacitor banks
- AC-7, AC-8, DC-1, DC-3, DC-5, DC-6.

Categoría de empleo - IEC 60947-1

Depende de:

- Corriente de establecimiento y corte
- Tensión
- Factor de potencia
- Constantes de tiempo
- Número de maniobras

Se determina mediante ensayos y un mismo dispositivo tiene diferentes ratings según la Categoría de Empleo.

Categoría de empleo - IEC 60947-1

AC1: corresponde a todo tipo de cargas AC con $\cos \geq 0.95$

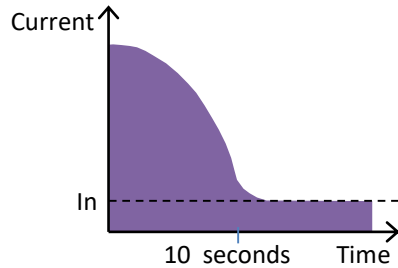
AC2: corresponde a la operación de motores de rotor bobinado. Al cierre el contactor cierra sobre una corriente de arranque que es del orden de 2.5 veces la corriente nominal del motor. El contactor abre la corriente de arranque a un voltaje que no excede el voltaje de alimentación.

AC3: corresponde a la operación de motores de jaula de ardilla con apertura del contactor en funcionamiento normal del motor. El contactor cierra sobre una corriente que puede ser del orden de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor y abre la corriente nominal del mismo con un voltaje entre bornes que será aproximadamente 20% del voltaje de la fuente de alimentación.

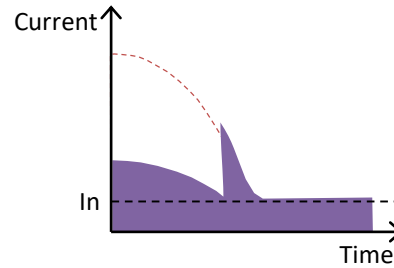
AC4: corresponde a la operación de motores de jaula de ardilla con apertura del contactor sobre la corriente de arranque del motor. El contactor cierra sobre una corriente que puede ser del orden de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor y abre la misma corriente con un voltaje entre bornes que será mayor cuanto menor sea la velocidad del motor, pudiendo llegar a ser de la misma magnitud que el voltaje de la fuente de alimentación.

Ejemplos de categoría de empleo

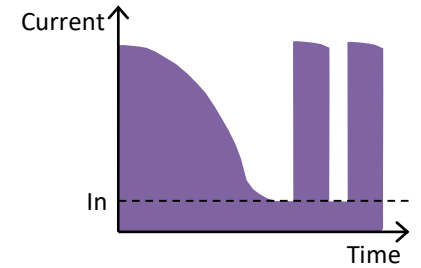
Motor control



Arranque directo (AC-3)
 Establecer corrientes 5-7 veces la nominal
 Abrir Corrientes a la nominal

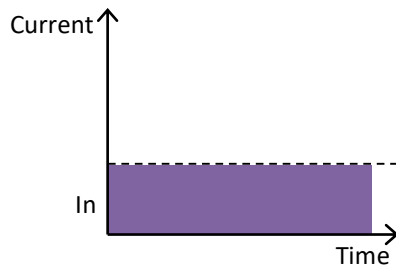


Star-delta start – Estrella traingulo
 El contactor de la configuración en Estrella debe establecer Corrientes 3x la nominal

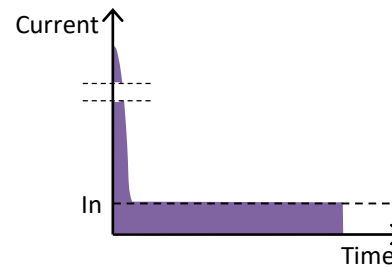


(AC-4)
 Establecer 5-7 veces la nominal
 Abrir a 5-7 veces la nominal

Other application examples



Resistencia calefactora (AC-1)
 Apertura/cierre a la nomina



Capacitor switching (AC-6b)
 Cerrar 100 veces la nominal

Making and breaking conditions for utilization categories

Utilization category	Durability test conditions						Occasional operation					
	Making conditions			Breaking conditions			Making and breaking capacities - 50 operating cycles			Making and breaking capacities - 50 operating cycles		
	I/le	U/Ue	Cos. ϕ or L/R (ms)	I/le	U/Ue	Cos. ϕ or L/R (ms)	Ic/le	Ur/Ue	Cos. ϕ or L/R (ms)	Ic/le	Ur/Ue	Cos. ϕ or L/R (ms)

Contactors for AC circuit switching

AC-1		1	1	0.95	1	1	0.95	1.5	1.05	0.8	1.5	1.05	0.8
AC-2		2.5	1	0.65	2.5	1	0.65	4	1.05	0.65	4	1.05	0.65
AC-3	le ≤ 17 A	6	1	0.65	1	0.17	0.65	10	1.05	0.45	8	1.05	0.45
	17 < le ≤ 100 A	6	1	0.35	1	0.17	0.35	10	1.05	0.45	8	1.05	0.45
	le > 100 A	6	1	0.35	1	0.17	0.35	10	1.05	0.35	8	1.05	0.35
AC-4	le ≤ 17 A	6	1	0.65	6	1	0.65	12	1.05	0.45	10	1.05	0.45
	17 < le ≤ 100 A	6	1	0.35	6	1	0.35	12	1.05	0.45	10	1.05	0.45
	le > 100 A	6	1	0.35	6	1	0.35	12	1.05	0.35	10	1.05	0.35

Contactors for DC circuit switching

DC-1		1	1	1	1	1	1	1.5	1.05	1	1.5	1.05	1
DC-3		2.5	1	2	2.5	1	2	4	1.05	2.5	4	1.05	2.5
DC-5		2.5	1	7.5	2.5	1	7.5	4	1.05	15	4	1.05	15

Contactors for AC circuit switching

AC-14	(≤ 72 VA)	-	-	-	-	-	-	6	1.1	0.7	6	1.1	0.7
AC-15	(> 72 VA)	10	1	0.7	1	1	0.4	10	1.1	0.3	10	1.1	0.3

Contactors for DC circuit switching

Utilization category	Standard operation						Occasional operation					
	Making conditions			Breaking conditions			Making and breaking capacities - 50 operating cycles			Making and breaking capacities - 50 operating cycles		
	I/le	U/Ue	T0.95	I/le	U/Ue	T0.95	Ic/le	Ur/Ue	T0.95	Ic/le	Ur/Ue	T0.95
DC-13	1	1	6 P(1)	1	1	6 P(1)	1.1	1.1	6 P(1)	1.1	1.1	6 P(1)
DC-14	-	-	-	-	-	-	10	1.1	15 ms	10	1.1	15 ms

Catálogos del Fabricante

Main Pole - Utilization Characteristics according to IEC

Standards	IEC 60947-1 / 60947-4-1 and EN 60947-1 / 60947-4-1	
Rated operational voltage U_e max.	690 V	
Rated frequency limits	25 ... 400 Hz	
Conventional free-air thermal current I_{th} acc. to IEC 60947-4-1, open contactors, $\theta \leq 40$ °C	35 A	
with conductor cross-sectional area	6 mm ²	
AC-1 Utilization category for air temperature close to contactor		
I_e / AC-1 rated operational current	$\theta \leq 40$ °C	25 A
U_e max. ≤ 690 V, 50/60 Hz	$\theta \leq 60$ °C	25 A
	$\theta \leq 70$ °C	22 A
with conductor cross-sectional area	4 mm ²	
AC-3 Utilization category for air temperature close to contactor $\theta \leq 60$ °C (for 1500 r.p.m., 50 Hz or 1800 r.p.m., 60 Hz, 3-phase motors)		
I_e / AC-3 max. rated operational current	220-230-240 V	9 A
	380-400 V	9 A
	415 V	9 A
	440 V	9 A
	500 V	9,5 A
	690 V	7 A



3-phase motors

Catálogos del Fabricante

AC-3 rated operational power



1500 r.p.m. 50 Hz
1800 r.p.m. 60 Hz
3-phase motors

220-230-240 V	2.2 kW
380-400 V	4 kW
415 V	4 kW
440 V	4 kW
500 V	5.5 kW
690 V	5.5 kW

Rated making capacity AC-3

10 x I_e AC-3 acc. to IEC 60947-4-1

Rated breaking capacity AC-3

8 x I_e AC-3 acc. to IEC 60947-4-1

AC-8a Utilization category

(without thermal overload relay - U_e 400 V - $\theta \leq 40$ °C)

I_e / AC-8a rated operational current

12 A

AC-8a rated operational power

5.5 kW

Short-circuit protection for contactors

without thermal O/L relay - Motor protection excluded

U_e ≤ 500 V AC - gG type fuse

25 A

Rated short-time withstand current I_{cw}

at 40 °C ambient temperature, in free air from a cold state

1 s 300 A

10 s 150 A

30 s 80 A

1 min 60 A

15 min 35 A

Maximum breaking capacity

at 440 V 250 A

at 690 V 106 A

cos ϕ = 0.45

Heat dissipation per pole

I_e / AC-1 0.8 W

I_e / AC-3 0.1 W

Max. electrical switching frequency

AC-1 600 cycles/h

AC-3 1200 cycles/h

AC-2, AC-4 300 cycles/h

Marcado del Fabricante



Endurancia

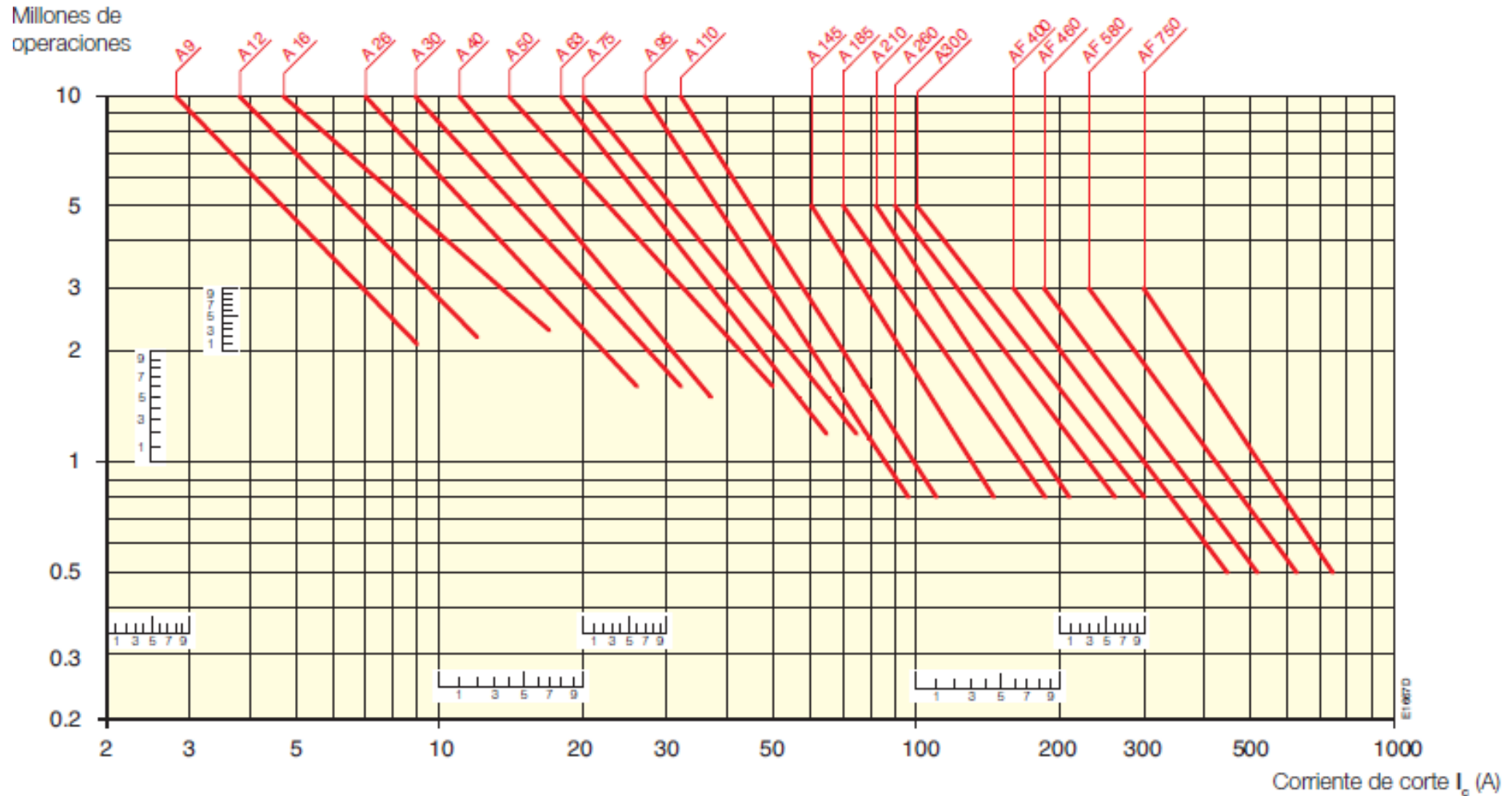
- Ciclo de maniobras (de un aparato mecánico de conexión):
 - Sucesión de operaciones para llevar el dispositivo de una posición a otra, retornando a la inicial y recorriendo todas las posiciones.
- Endurancia Mecánica:
 - Es el número (generalmente expresado en millones) de ciclos de maniobras sin carga ($I=0$) que un contactor es capaz de realizar antes de requerir mantenimiento o reemplazo de partes.
- Endurancia Eléctrica:
 - Es el número (generalmente expresado en millones) de ciclos de maniobras en carga de su correspondiente a su Categoría de Empleo que un contactor es capaz de realizar antes de requerir mantenimiento o reemplazo de partes.

Ensayo Endurancia Eléctrica

Utilization category	Value of the rated operational current	Make			Break		
		I/I_e	U/U_e	$\text{Cos } \phi^{1)}$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\text{Cos } \phi^{1)}$
AC-1	All values	1	1	0,95	1	1	0,95
AC-2	All values	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65
AC-3	$I_e \leq 17A$	6	1	0,65	1	0,17	0,65
	$I_e > 17A$	6	1	0,35	1	0,17	0,35
AC-4	$I_e \leq 17A$	6	1	0,65	6	1	0,65
	$I_e > 17A$	6	1	0,35	6	1	0,35
		I/I_e	U/U_e	$LIR^{2)}$ ms	I_c/I_e	U_r/U_e	$LIR^{2)}$ ms

Ensayo Endurancia Eléctrica – Curvas Fabricante

Endurancia eléctrica para Categoría de empleo **AC-3** - $U_e \leq 440$ V. Temperatura ambiente ≤ 55 °C



Criterio de selección

- Deberíamos por lo menos saber:
 - Tipo de carga a comandar (Categoría de Empleo)
 - Valor de corriente a comandar
 - Tensión y frecuencia de la red
 - Número de ciclos por hora y factor de marcha
 - Durabilidad eléctrica deseada

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinacion

Arranadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

Calentamiento

- La temperatura máxima que el bobinado de un motor es capaz de soportar sin degradarse está definida por la clase de aislación del motor.
- El tiempo que el bobinado demora en alcanzar la temperatura máxima depende de:
 - El valor de la corriente (calor a evacuar) *
 - La carga inicial del motor (temperatura inicial del motor)
 - La temperatura ambiente (junto con la constante térmica del motor determinan el flujo de calor)

* Un motor puede funcionar satisfactoriamente con $I > I_n$

Calentamiento

Entonces:

- Las curvas de los relés se dan para estados iniciales conocidos (Cold State) y temperatura ambiente fija.
- Existen 2 tipos de relés según la influencia de la temperatura ambiente en el tiempo de apertura:
 - Compensados
 - No compensados

Clases de disparo térmico

La norma IEC hace la siguiente clasificación para la principales curvas de disparo térmico:

- Clases 10A - 10 – 20 – 30
- Esta clasificación refiere a la protección térmica para el valor particular de $7,2 \times I_e$, los rangos de los tiempos de disparo para las diferentes clases son:

Class 10A

$2s < t < 10s$

Class 10

$4s < t < 10s$

Class 20

$6s < t < 20s$

Class 30

$9s < t < 30s$

Arranque Tipo normal:

- Compresores

- Bombas centrífugas

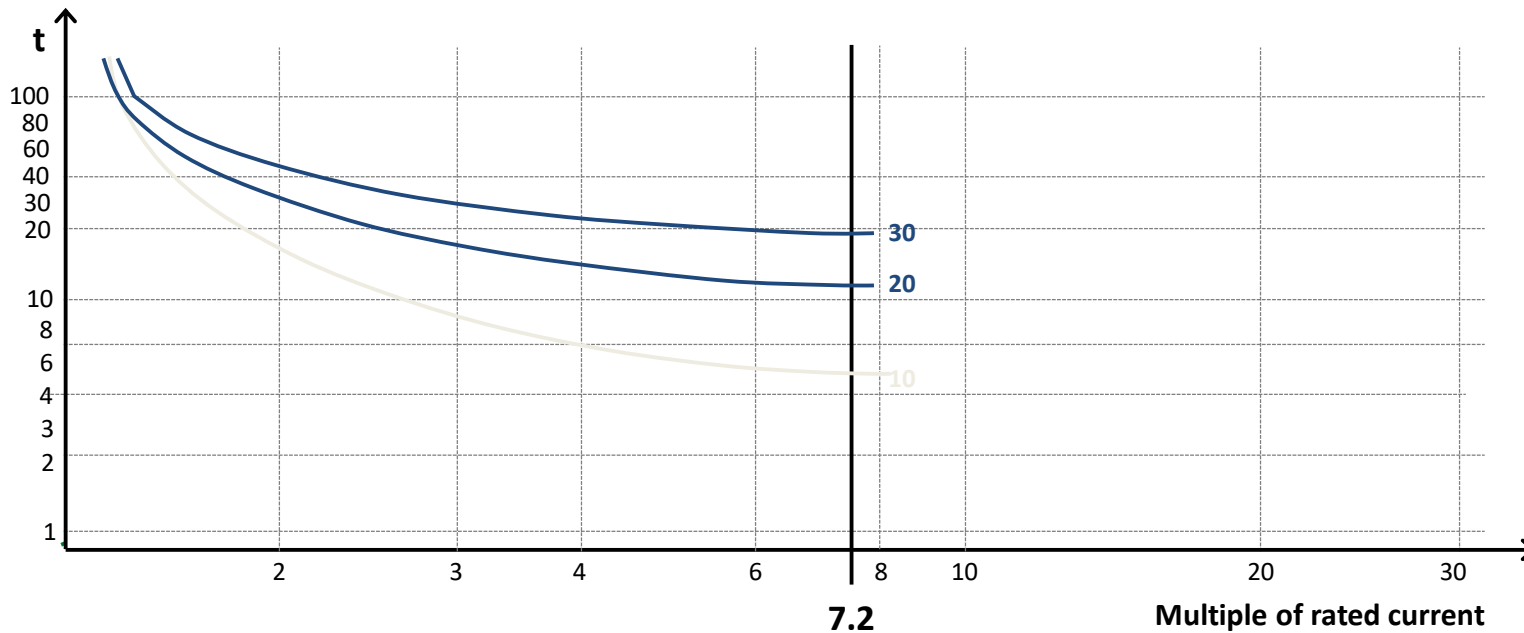
- Ventilador centrífugo

Usualmente llamados arranques pesados:

- Trituradoras

- Molinos

Curvas de disparo según IEC 60947-4-1



Trip curve according
to IEC
60947-4-1

- Class **10**: 4–10 s
- Class **20**: 6–20 s
- Class **30**: 9–30 s

Criterio de selección

- Corriente nominal del motor
- Clase de disparo deseada (en función del tiempo de arranque del motor)

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

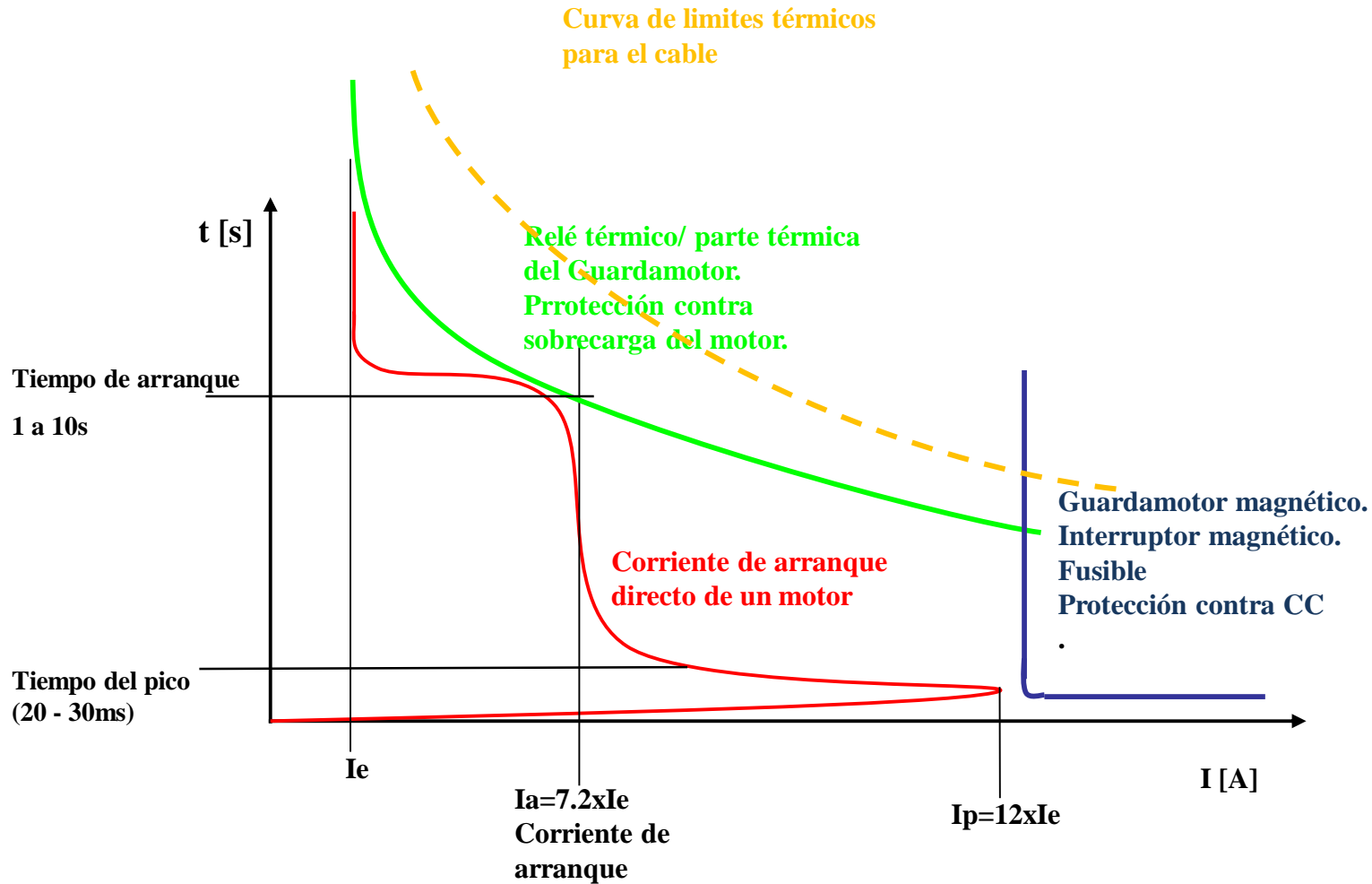
Variador de Frecuencia

Coordinación

Una salida a motor está conformada generalmente por más de un aparato.

- Debe existir una coordinación entre ellos para que, tanto en funcionamiento normal como en anomalía, la salida a motor esté protegida.
- La salida a motor además de proteger el motor y el cable de alimentación, debe protegerse a si misma.
- Esto es particularmente importante en cortocircuito.

Curvas de arranque de motor, protección térmica y magnética



Tipos de coordinación según IEC 60947-4-1

Según la norma existen 2 tipos de coordinación entre protecciones contra cortocircuito y arrancadores.

- **Tipo 1:** El arrancador no debe causar daños a las personas o instalaciones, y puede necesitar reparación y recambio de partes para quedar nuevamente operativo.
- **Tipo 2:** El arrancador no debe causar daños a las personas o instalaciones y debe quedar operativo. Solamente pueden soldarse los contactos los que se separarán (no se recambian).
- Los fabricantes presentan tablas de coordinación entre los elementos para garantizar el correcto funcionamiento y el cumplimiento de la coordinación.

Tablas de coordinación para salida a motor - Fabricantes

- En estas tablas de coordinación se clasifica en general según:
 - Distintos tipos de arranques:
 - Arranque directo (DOL)
 - Estrella triangulo (Y/D)
 - Softstarters (SS)
 - Dispositivos utilizados, ejemplo:
 - Interruptor solo magnético (ACB, MCCB)
 - Guardamotor (MMS)
 - Fusibles
 - Aplicación según el tiempo de arranque:
 - Arranque Normal (
 - Arranque Pesado (Heavy Duty)

DOL a 400/415 V - 50 kA -Tipo 2 - Arranque normal

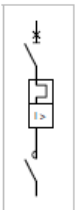
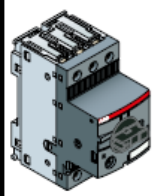
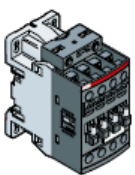
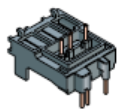
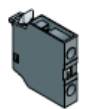
Motor		MCCB		Contactor	Relé sobrecarga		Grupo	
Potencia nominal Pe	Intensidad nominal Ie	Tipo	Ajuste protección magnética	Tipo	Tipo	Campo de regulación		I maxx
[kW]	[A]		[A]			mín. [A]	máx. [A]	[A]
0,37	1,1	T2S160 MF 1.6	21	A9	TA25DU1.4	1	1,4	1,4
0,55	1,5	T2S160 MF 1.6	21	A9	TA25DU1.8	1,3	1,8	1,6
0,75	1,9	T2S160 MF 2	26	A9	TA25DU2.4	1,7	2,4	2
1,1	2,8	T2S160 MF 3.2	42	A9	TA25DU4	2,8	4	3,2
1,5	3,5	T2S160 MF 4	52	A16	TA25DU5	3,5	5	4
2,2	5	T2S160 MF 5	65	A26	TA25DU6.5	4,5	6,5	5
3	6,6	T2S160 MF 8.5	110	A26	TA25DU8.5	6	8,5	8,5
4	8,6	T2S160 MF 11	145	A30	TA25DU11	7,5	11	11
5,5	11,5	T2S160 MF 12.5	163	A30	TA25DU14	10	14	12,5
7,5	15,2	T2S160 MA 20	210	A30	TA25DU19	13	19	19
11	22	T2S160 MA 32	288	A30	TA42DU25	18	25	25
15	28,5	T2S160 MA 52	392	A50	TA75DU42	29	42	42
18,5	36	T2S160 MA 52	469	A50	TA75DU52	36	52	50
22	42	T2S160 MA 52	547	A50	TA75DU52	36	52	50
30	56	T2S160 MA 80	840	A63	TA75DU80	60	80	65
37	68	T2S160 MA 80	960	A75	TA75DU80	60	80	75
45	83	T2S160 MA 100	1200	A95	TA110DU110	80	110	96
55	98	T3S250 MA 160	1440	A110	TA110DU110	80	110	110
75	135	T3S250 MA 200	1800	A145	TA200DU175	130	175	145
90	158	T3S250 MA 200	2400	A185	TA200DU200	150	200	185

Estrella-triángulo - Tipo 2 a 400/415 V - 35 kA - 50/60 Hz

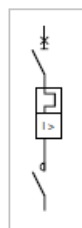
1

Motor		MCCB		Contactor			Relé sobrecarga	
Pe [kW]	Ie [A]	tipo	I _m [A]	línea tipo	triángulo tipo	estrella tipo	tipo	[A]
18,5	36	T2N160 MA52	469	A50	A50	A26	TA75DU25	18-25
22	42	T2N160 MA52	547	A50	A50	A26	TA75DU32	22-32
30	56	T2N160 MA80	720	A63	A63	A30	TA75DU42	29-42
37	68	T2N160 MA80	840	A75	A75	A30	TA75DU52	36-52
45	83	T2N160 MA100	1050	A75	A75	A30	TA75DU63	45-63
55	98	T2N160 MA100	1200	A75	A75	A40	TA75DU63	45-63
75	135	T3N250 MA160	1700	A95	A95	A75	TA110DU90	66-90
90	158	T3N250 MA200	2000	A110	A110	A95	TA110DU110	80-110
110	193	T3N250 MA200	2400	A145	A145	A95	TA200DU135	100-135
132	232	T4N320 PR221-I In320	2880	A145	A145	A110	E200DU200	60-200
160	282	T5N400 PR221-I In400	3600	A185	A185	A145	E200DU200	60-200
200	349	T5N630 PR221-I In630	4410	A210	A210	A185	E320DU320	100-320
250	430	T5N630 PR221-I In630	5670	A260	A260	A210	E320DU320	100-320

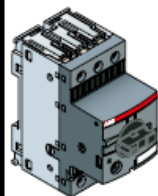
Coordination type 1, AC-3, 16 kA or 50 kA, 400 V, 50/60 Hz

		Manual motor starters				Contactors				Accessories	
											
IEC	Type	Order code	Setting range	Rated instantaneous short-circuit current setting I_i	Rated control circuit voltage		Type (3)	Order code	Allowed setting current	Type	Order code
					Uc min. ... Uc max. (2)						
AC-3, 400 V	(1)		A		V 50/60 Hz	V DC			A		
Rated operational power											
kW											
current											
A											
0.06	0.2	MS132-0.25 1SAM350000R1002	0.16...0.25	3.13	24...60	20...60 (5)	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	0.25	BEA16-4	1SBN081306T1000
					100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310			
0.09	0.3	MS132-0.4 1SAM350000R1003	0.25...0.40	5	24...60	20...60 (5)	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	0.4		
					100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310			
0.12	0.44	MS132-0.63 1SAM350000R1004	0.40...0.63	7.88	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	0.63		
					100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310			
0.18	0.6	MS132-0.63 1SAM350000R1004	0.40...0.63	7.88	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	0.63		
					100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310			
0.25	0.85	MS132-1.0 1SAM350000R1005	0.63...1.00	12.5	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	1		
					100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310			
0.37	1.1	MS132-1.6 1SAM350000R1006	1.00...1.60	20	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	1.6		
					100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310			
0.55	1.5	MS132-1.6 1SAM350000R1006	1.00...1.60	20	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	1.6		
					100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310			
0.75	1.9	MS132-2.5 1SAM350000R1007	1.60...2.50	31.25	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	2.5		
					100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310			
1.1	2.7	MS132-4.0 1SAM350000R1008	2.50...4.00	50	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	4		
					100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310			

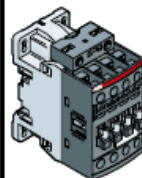
Coordination type 2, AC-3, 16 kA or 50 kA, 400 V, 50/60 Hz



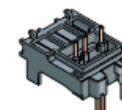
Manual motor starters



Contactors



Accessories



BEA...-4



CA4-10

IEC	AC-3, 400 V		Type (1)	Order code	Setting range	Rated instantaneous short-circuit current setting I _i	Rated control circuit voltage		Type (3)	Order code	Allowed setting current	Type	Order code	
	Rated operational power	current					Uc min. ... Uc max. (2)							
kW	A	A	A	A	A	V 50/60 Hz	V DC (6)	A						
0.06	0.2	MS132-0.25	1SAM350000R1002	0.16...0.25	3.13	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	0.25	BEA16-4	1SBN081306T1000		
						100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310					
0.09	0.3	MS132-0.4	1SAM350000R1003	0.25...0.40	5	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	0.4				
						100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310					
0.12	0.44	MS132-0.63	1SAM350000R1004	0.40...0.63	7.88	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	0.63				
						100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310					
0.18	0.6	MS132-0.63	1SAM350000R1004	0.40...0.63	7.88	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	0.63				
						100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310					
0.25	0.85	MS132-1.0	1SAM350000R1005	0.63...1.00	12.5	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	1				
						100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310					
0.37	1.1	MS132-1.6	1SAM350000R1006	1.00...1.60	20	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	1.6				
						100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310					
0.55	1.5	MS132-1.6	1SAM350000R1006	1.00...1.60	20	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	1.6				
						100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310					
0.75	1.9	MS132-2.5	1SAM350000R1007	1.60...2.50	31.25	24...60	20...60	AF09Z-30-10-11	1SBL136001R1110	2.5				
						100...250	100...250	AF09-30-10-13	1SBL137001R1310					
1.1	2.7	MS132-4.0	1SAM350000R1008	2.50...4.00	50	24...60	20...60	AF26Z-30-00-11	1SBL236001R1100	4	BEA26-4 + CA4-10	1SBN082306T1000 1SBN010110R1010		
						100...250	100...250	AF26-30-00-13	1SBL237001R1300					

Tablas de coordinación Online de Fabricantes




Selected Optimized Coordination


→ Selection

→ What's new on SOC

Help 

Clear selection

Protection Device	Rated Voltage	Short-Circuit Current [kA]	Starter Type	Coordination Type	Overload Relay	Motor Rated Power [kW]/[HP]
All	All	All	All	All	All	Overview
ACB	240Vac	3	 DOL-NS	IEC Type 1	Embedded	0
Fuses	400Vac	5	DOL-HD	IEC Type 2	TOL	0,06
MCCB	415Vac	10	SD-NS	UL Type A	EOL	0,09
MMS	440Vac	12	SS-NS-IL	UL Type C	UMC	0,12
	460Vac	16	SS-NS-ID	UL Type D		0,18
	480Vac	18	UL	UL Type E		0,25
	500Vac	20		UL Type F		0,37
	525Vac	22		UL Component		0,5
	600Y/347Vac	25				0,55
	600Vac	27				0,75
	690Vac	30				1
	1000Vac	35				1,1
		36				1,5

Show newest ABB products only | Number of Records to show : 20 

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

Tipos de arranques

Electromecánicos IEC 60947-4-1

- **Arranque directo (DOL Direct-on-line)**
- Arranque a tensión reducida
 - Arranque estrella-triángulo
 - Autotransformador
 - Arranque con reactores o resistencias estáticas

Semiconductor IEC 60947-4-2

- Arrancador Suave (Softstarter)

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

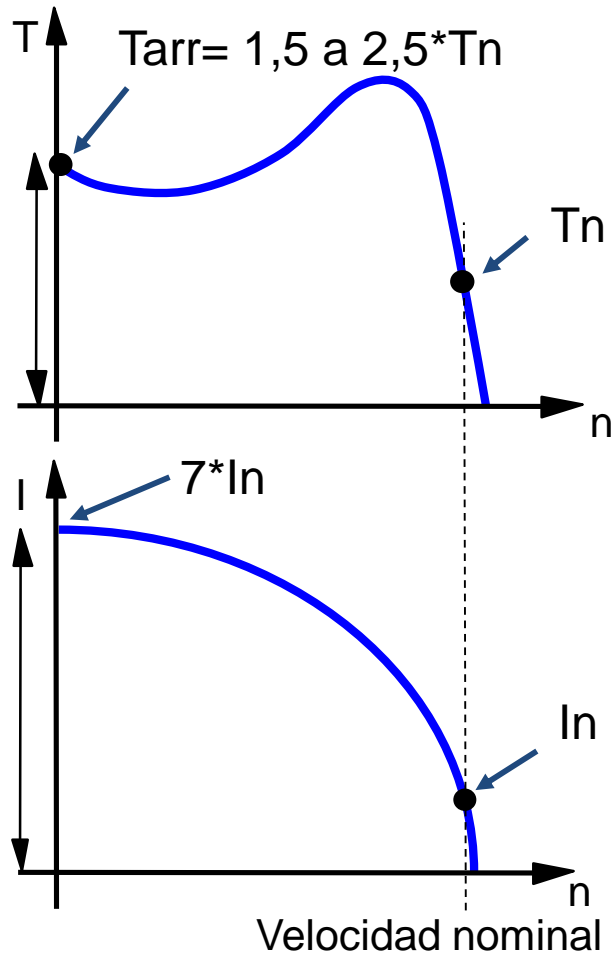
Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

Arranque Directo - DOL



- Alto torque durante el arranque
- Alta corriente durante el arranque

Problemas comunes en los arranques y paradas directos – Motores asincronos

Problemas mecánicos

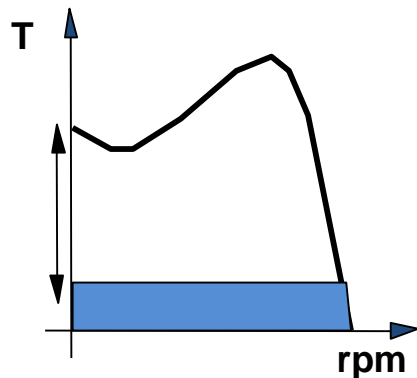
- Deslizamiento de cintas transportadoras.
- Desgaste en los elementos de transmisión (correas, juntas mecánicas, reducciones, etc).
- Variación brusca de la presión y golpes de ariete en las cañerías (bombas).
- Daño de materiales y productos.

Problemas eléctricos

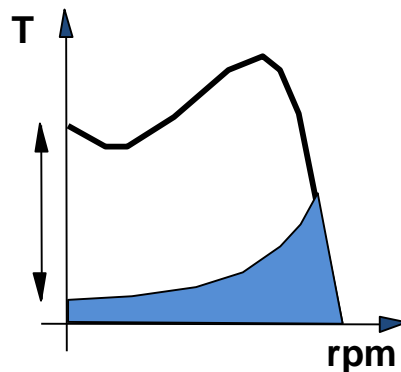
- Alta corriente de arranque.
- Caídas de tensión de la red.



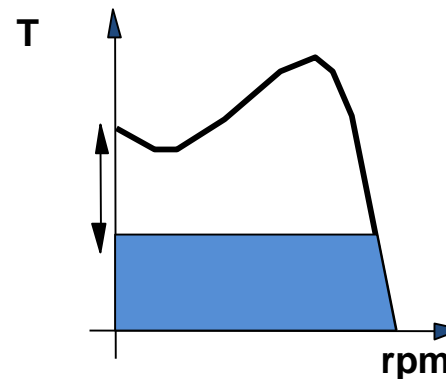
Tipos de cargas



Carga liviana



Carga media



Carga pesada

- Cinta transportadora (corta)

- Hélices

- Ventiladores centrífugos

- Bombas centrífugas

- Compresores

- Trituradores

- Mezcladores

- Cinta transportadora (larga)

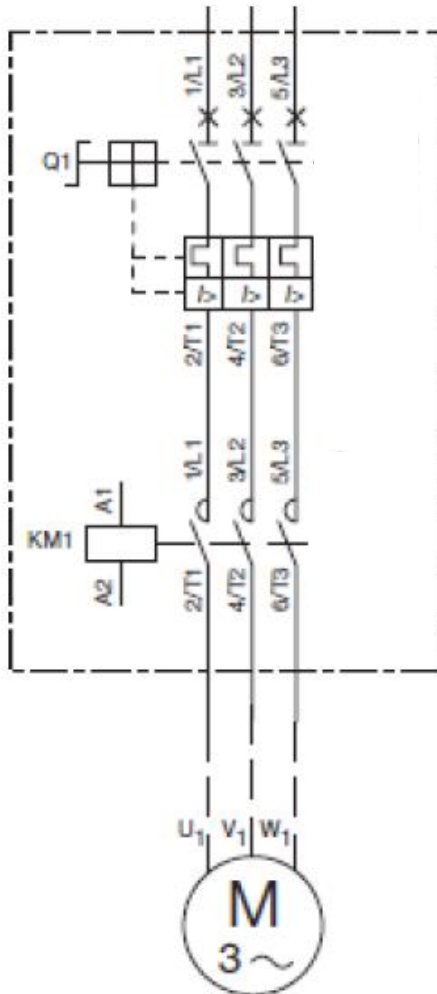
- Molinos

- Agitadores

- Elevadores

Diagrama de potencia - Arranque Directo

Trifilar



Unifilar

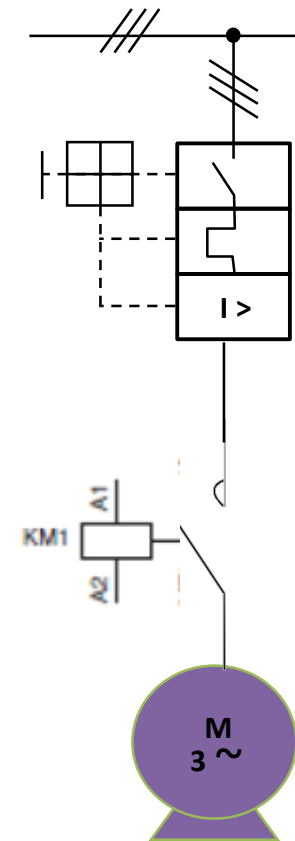
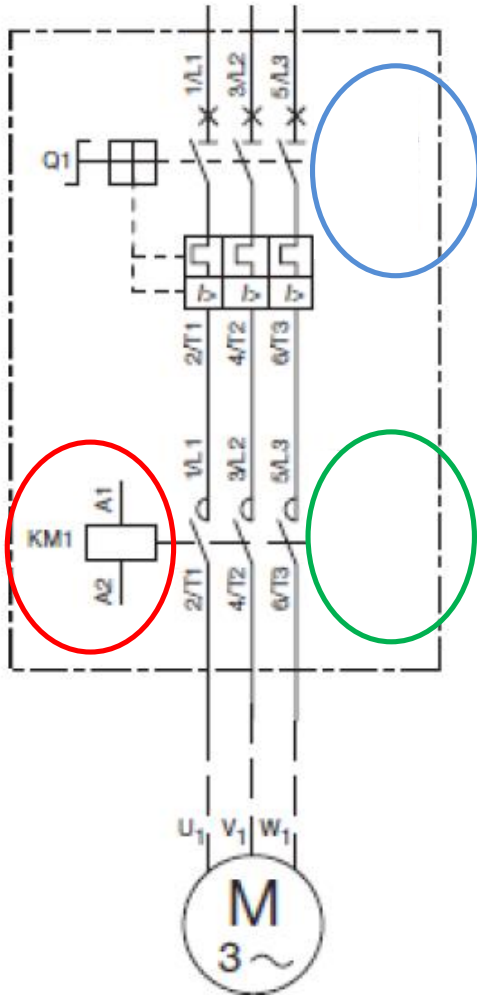


Diagrama de comando - Arranque Directo

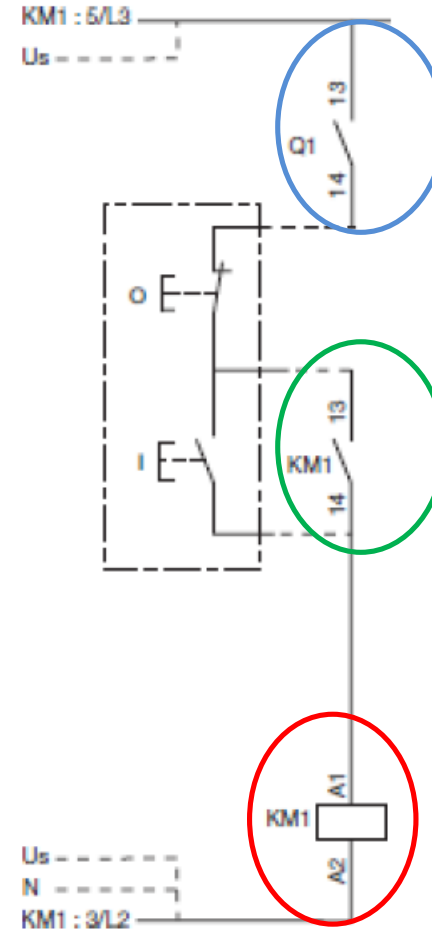
Trifilar



Conतो
auxiliar (NA)
del GM

Contacto
auxiliar NA del
contactor

Diagrama de Comando (Circuito auxiliar)



Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

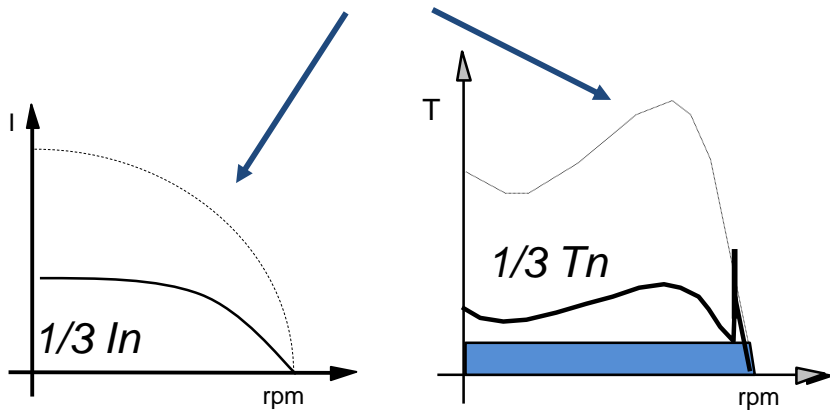
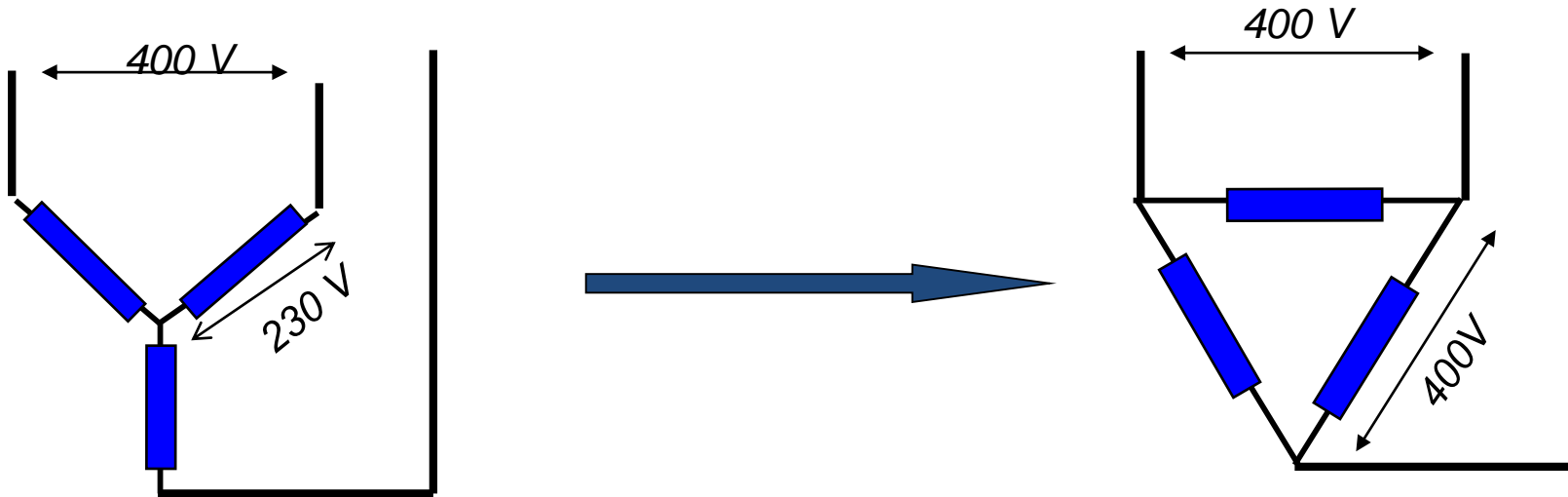
Arranque Estrella triángulo (Y/D)

Al inicio del arranque el motor es conectado en estrella, después de alcanzar aproximadamente el 80% de la velocidad nominal el motor es conectado en triángulo.

- Categoría de empleo AC-3.
- Se necesitan los 6 bornes del bobinado del estator.
- La corriente inicial se reduce al 33% de la corriente DOL.
- El par inicial se reduce también

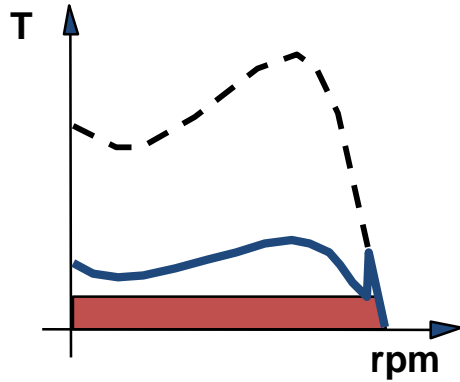


Arranque Estrella triángulo (Y/D) comparado con DOL

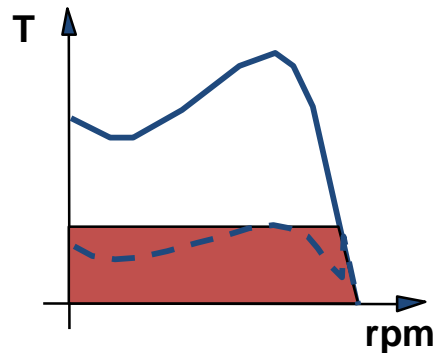


- Estrella: tensión reducida en las bobinas, bajo torque ($1/3$) y corriente de arranque ($1/3$)
- Pico de corriente cuando se pasa a triángulo.
- Adecuado para arranques livianos

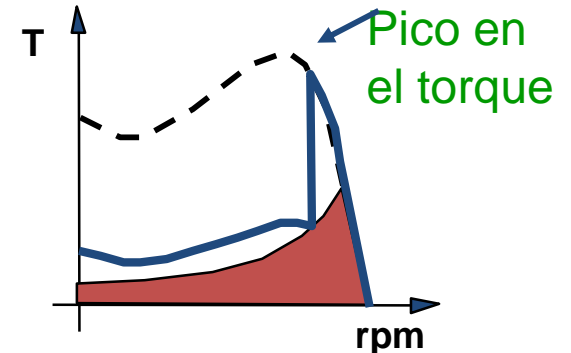
Arranque Y/D –



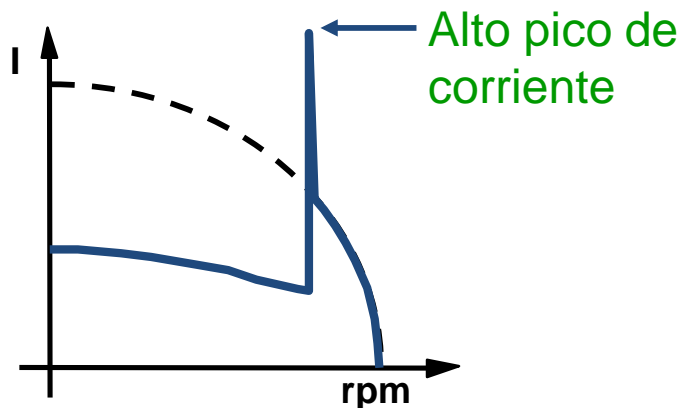
Carga liviana



Carga pesada



Carga media



- No apto para carga pesada
- Cargas media tipo bomba centrífuga
 - pico de I y T al pasar a triángulo.

Diagrama de Potencia – Arranque Y/D

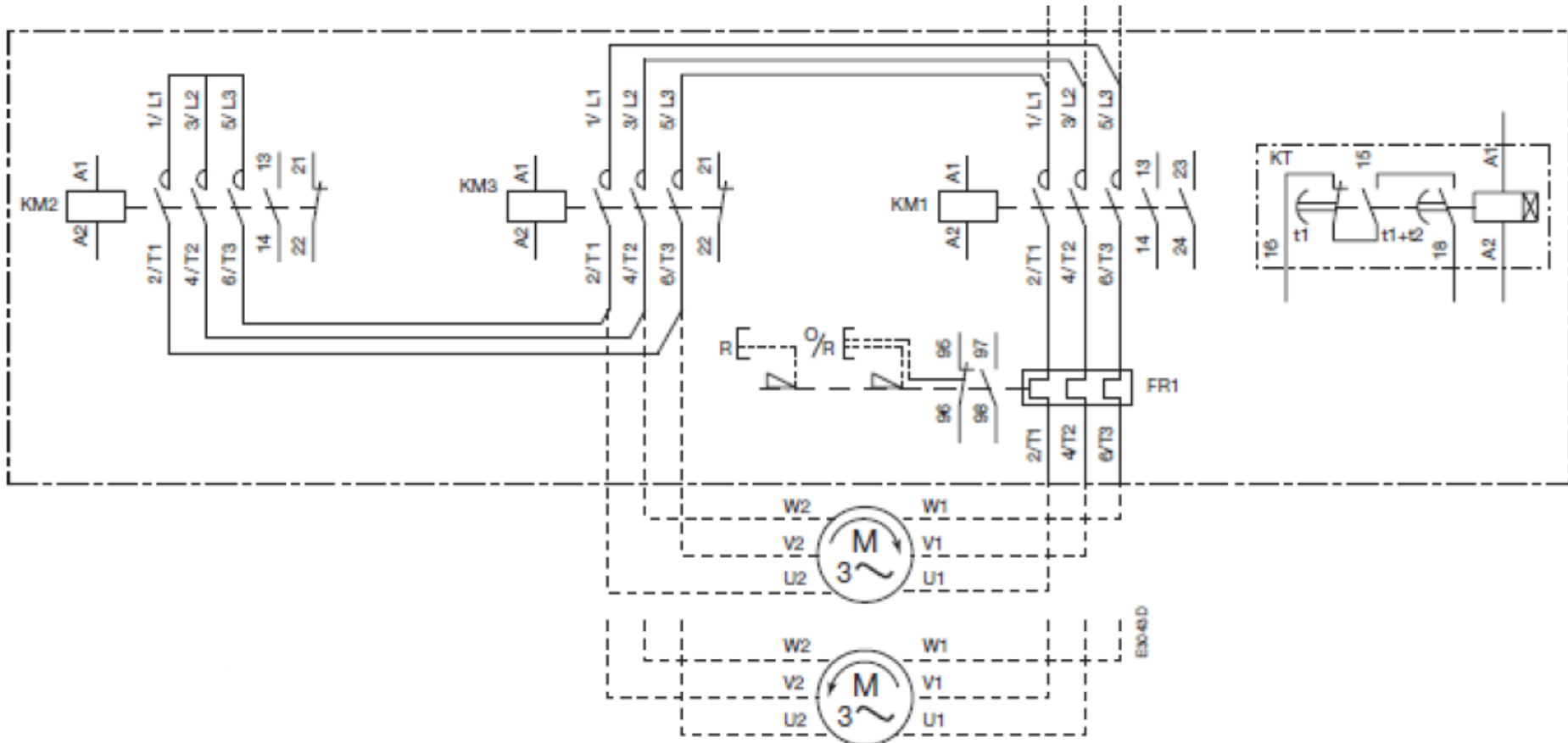
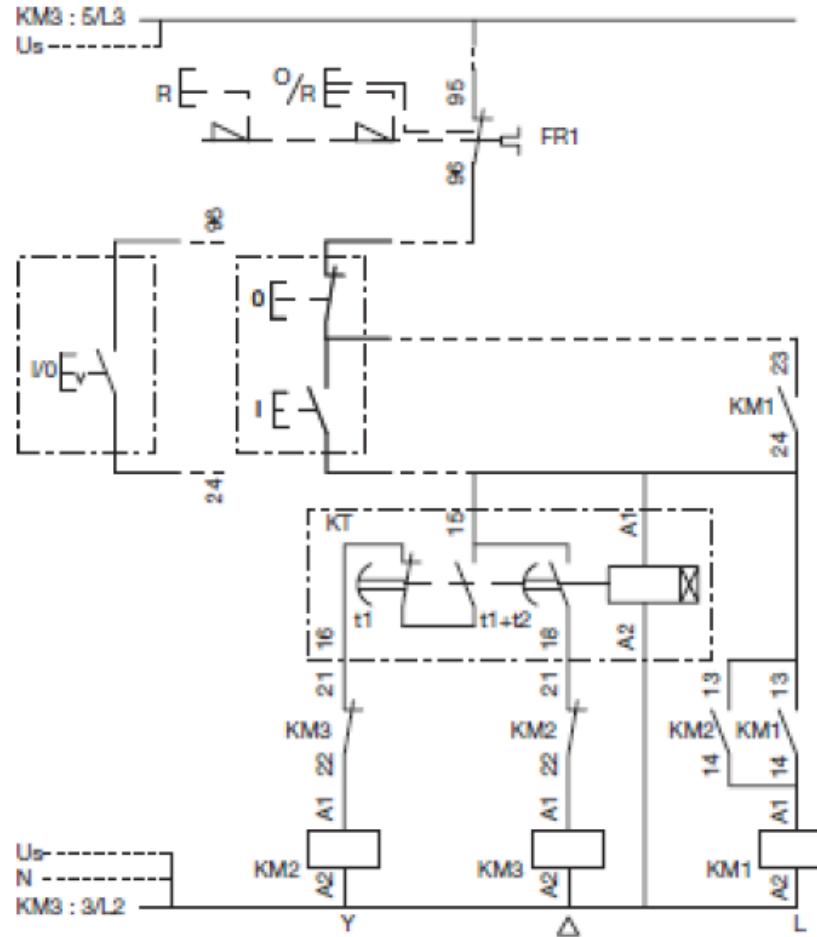


Diagrama de comando – Arranque Y/D



Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

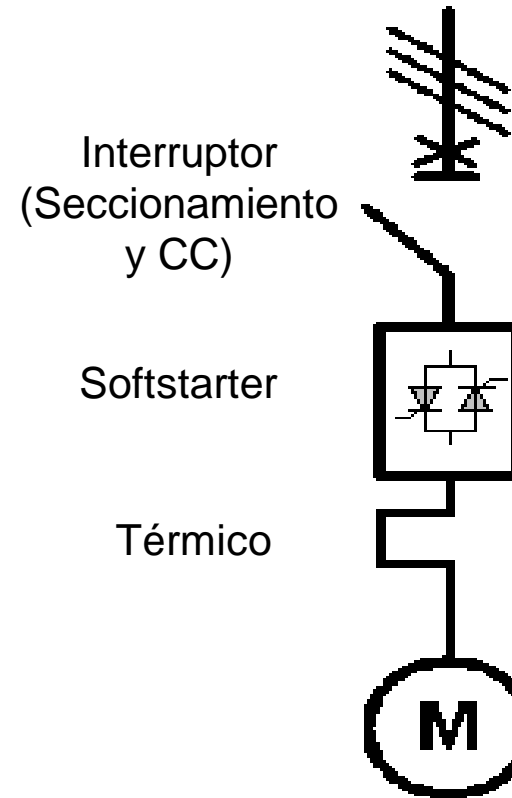
Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

Arrancador Suave

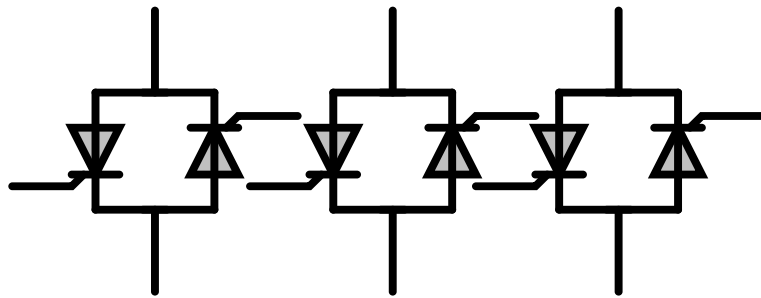
- Corriente de arranque ajustable
- Torque de arranque correcto
- Posibilidad de parada suave
- Tiempo arranque configurable
- Mínimo desgaste de partes macánicas
- Genera armónicos durante el arranque



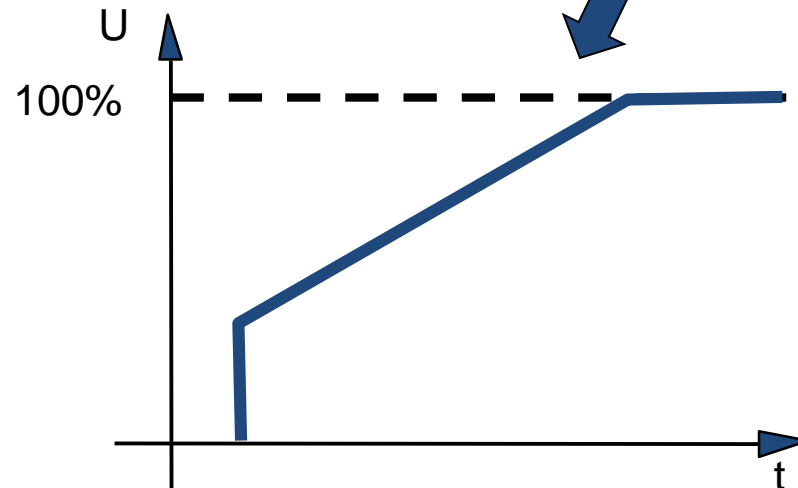
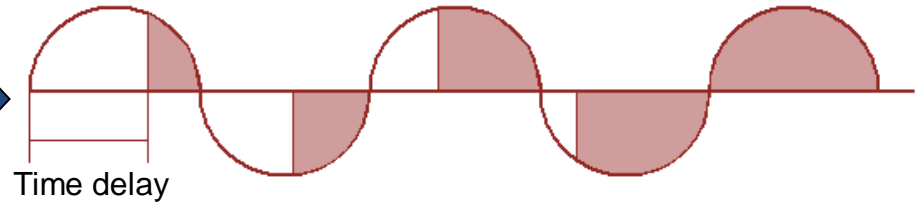
Funcionalidad del Softstarter

Principio de funcionamiento

Tiristores conectados en anti-paralelo

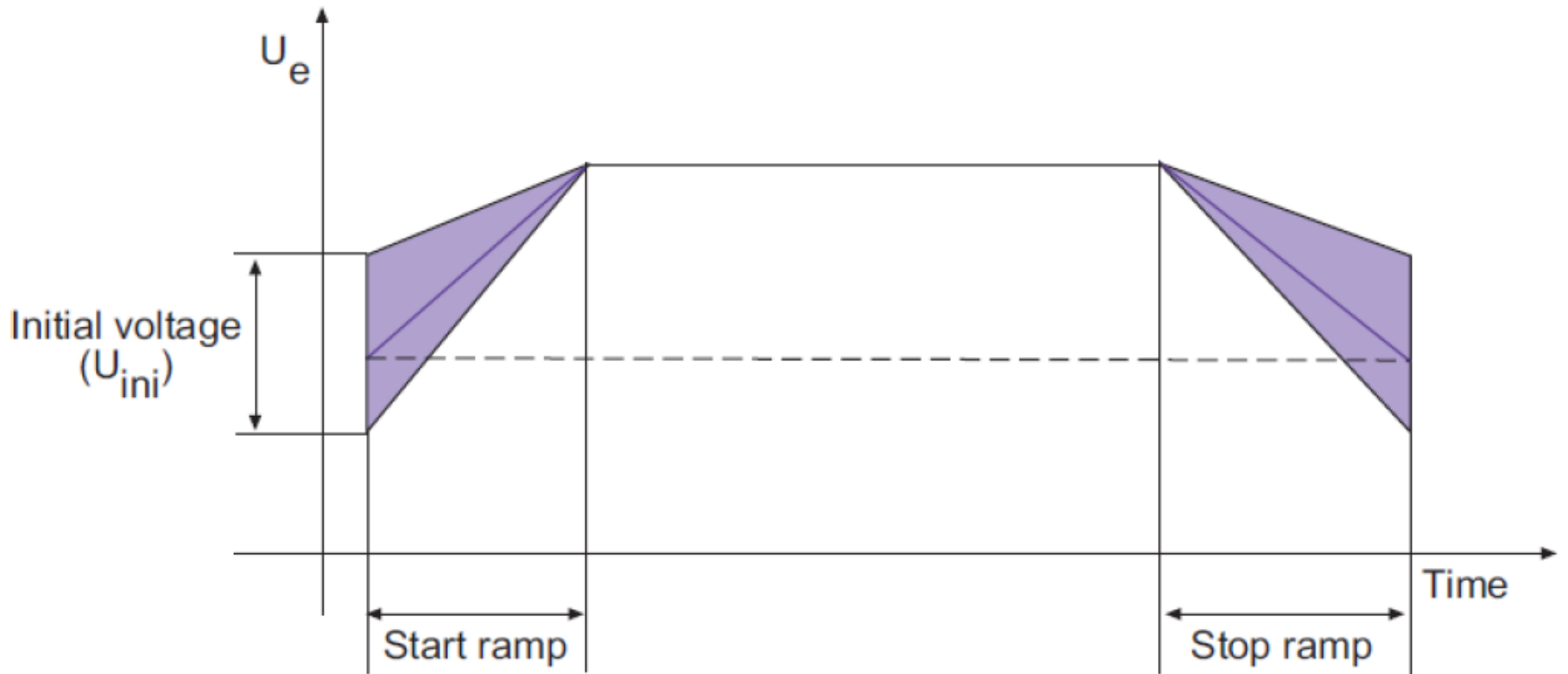


Voltaje reducido durante el arranque



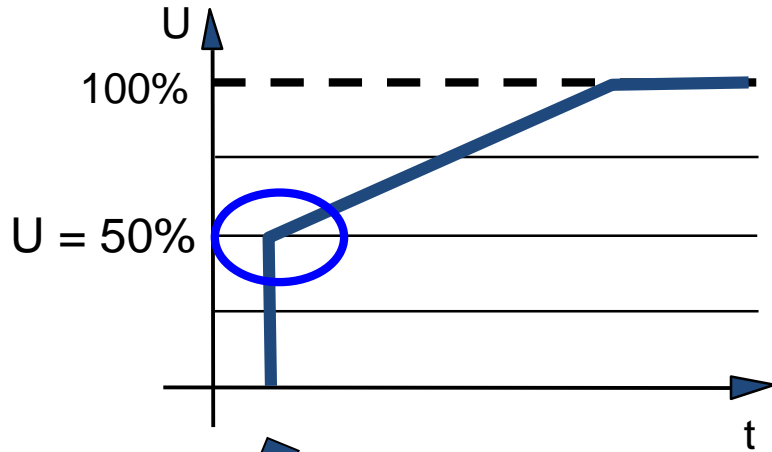
Softstarter

Forma de tensión RMS a la salida



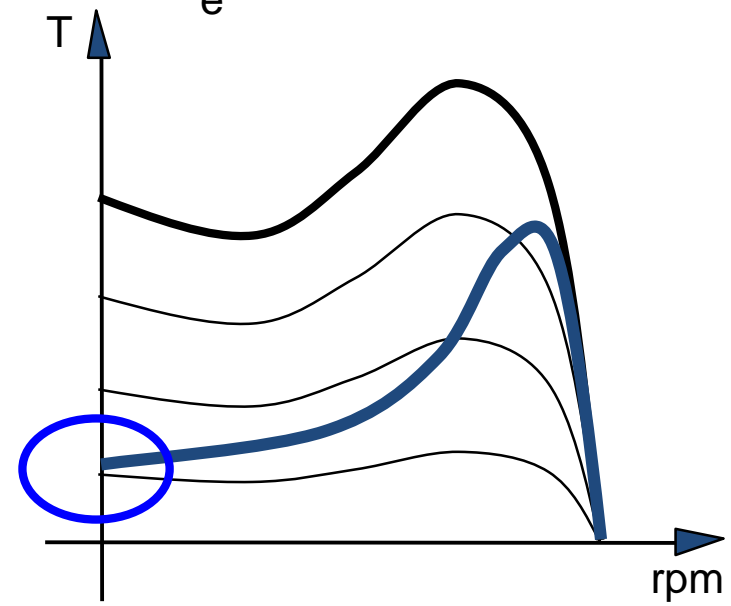
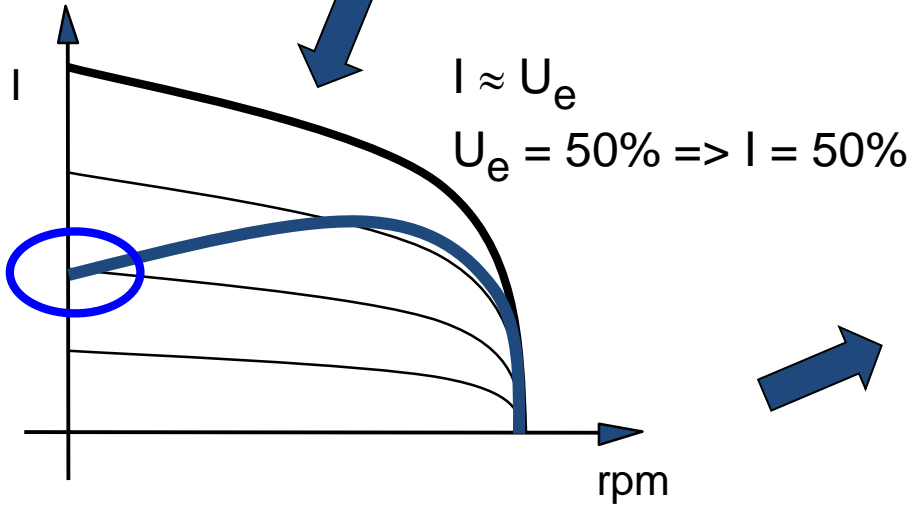
Funcionalidad del Softstarter

Principio de funcionamiento



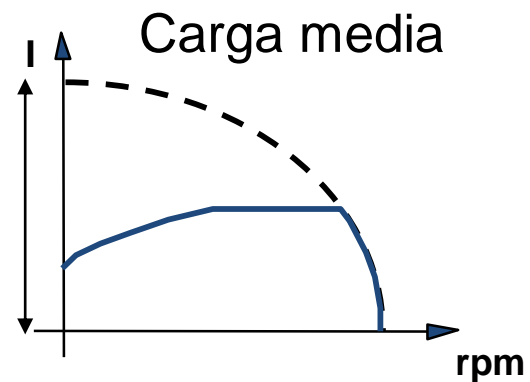
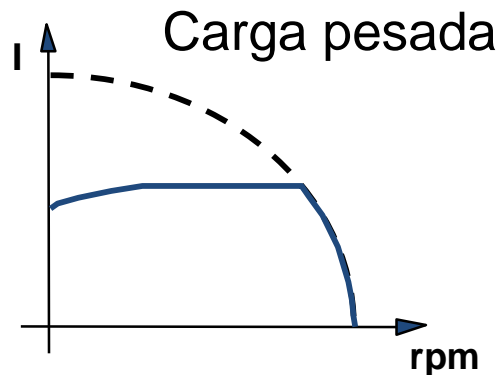
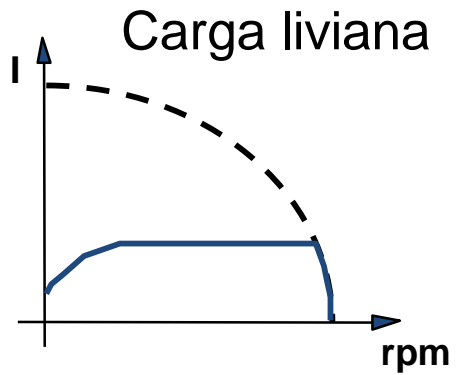
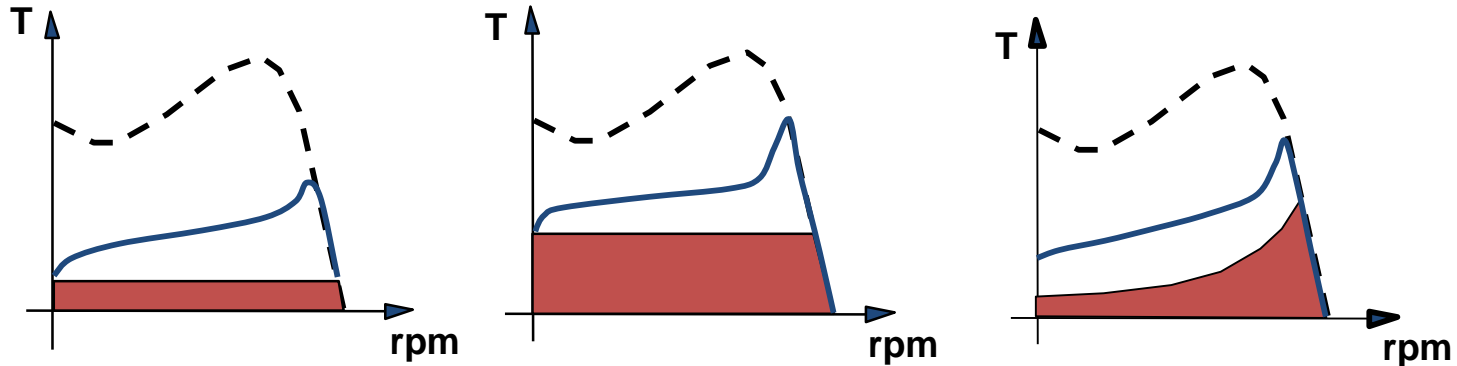
$$T \approx U \cdot I \approx U_e^2$$

$$U_e = 50\% \Rightarrow T = 25\%$$



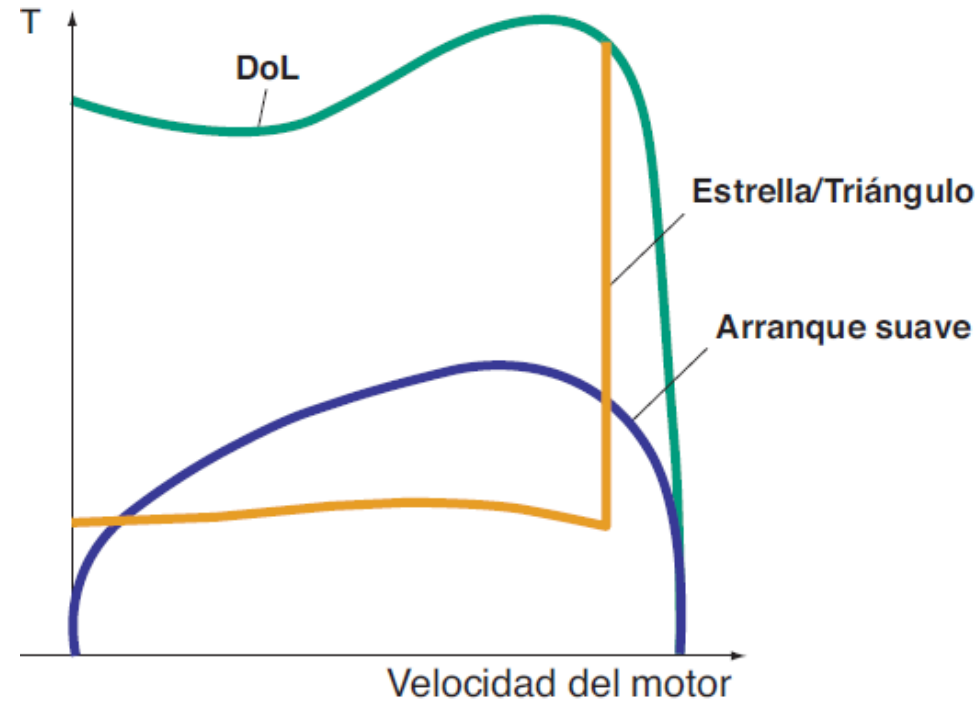
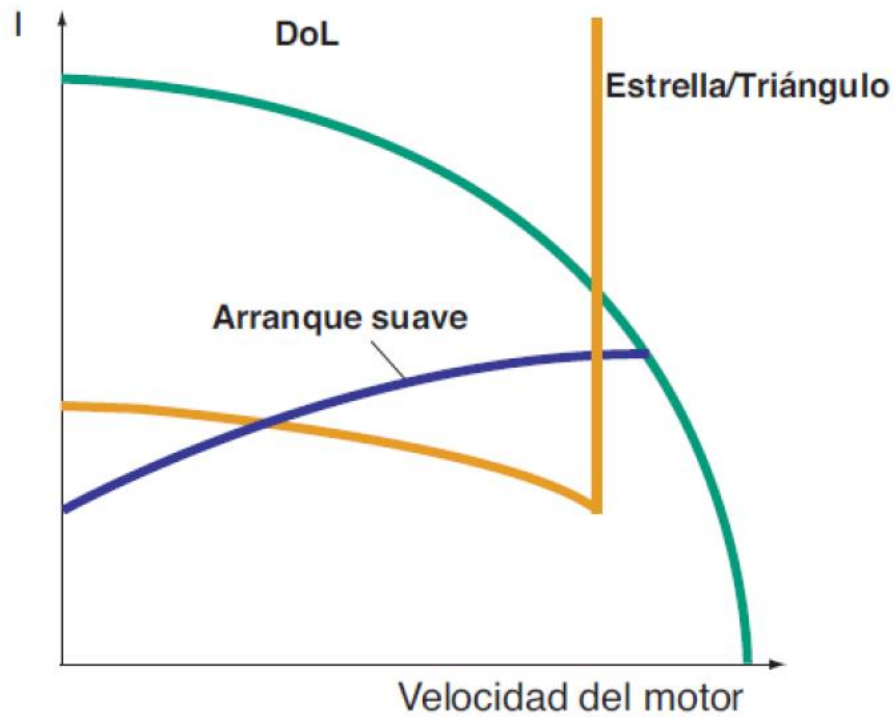
Funcionalidad del Softstarter

Corriente y torque óptimos



Softstarter

Corriente y torque comparado con otros arranques



Diferentes tipos de control

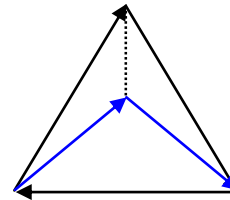
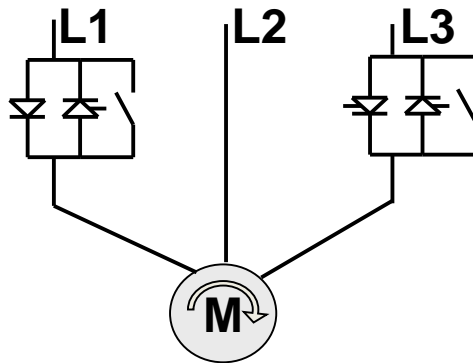
Control en dos fases

Beneficios

- Dimensiones reducidas
- Buena relación precio/performance
- Posibilidad de parada suave
- Control de Torque
- Posibilidad de Límite de Corriente

Desventajas

- Corriente y tensión asimétrico durante el arranque
- No es posible conectar al Softstarter en delta.
- Corriente DC durante el arranque

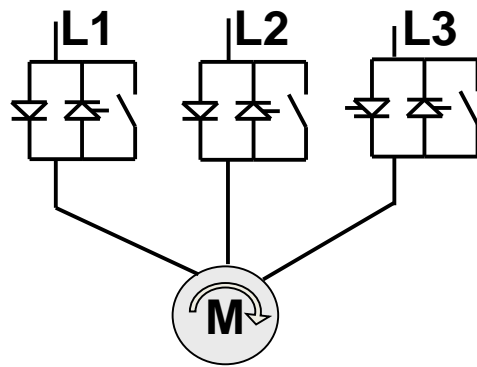


Diferentes tipos de control

Control en las tres fases

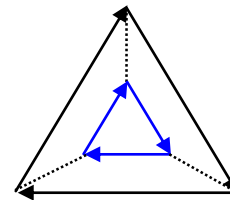
Beneficios

- Arranque/Parada Suave
- Corriente y tensión simétricos
- La más baja corriente de arranque
- Posibilidad de conectar en delta
- Posibilidad de Control de Torque y Límite de corriente.



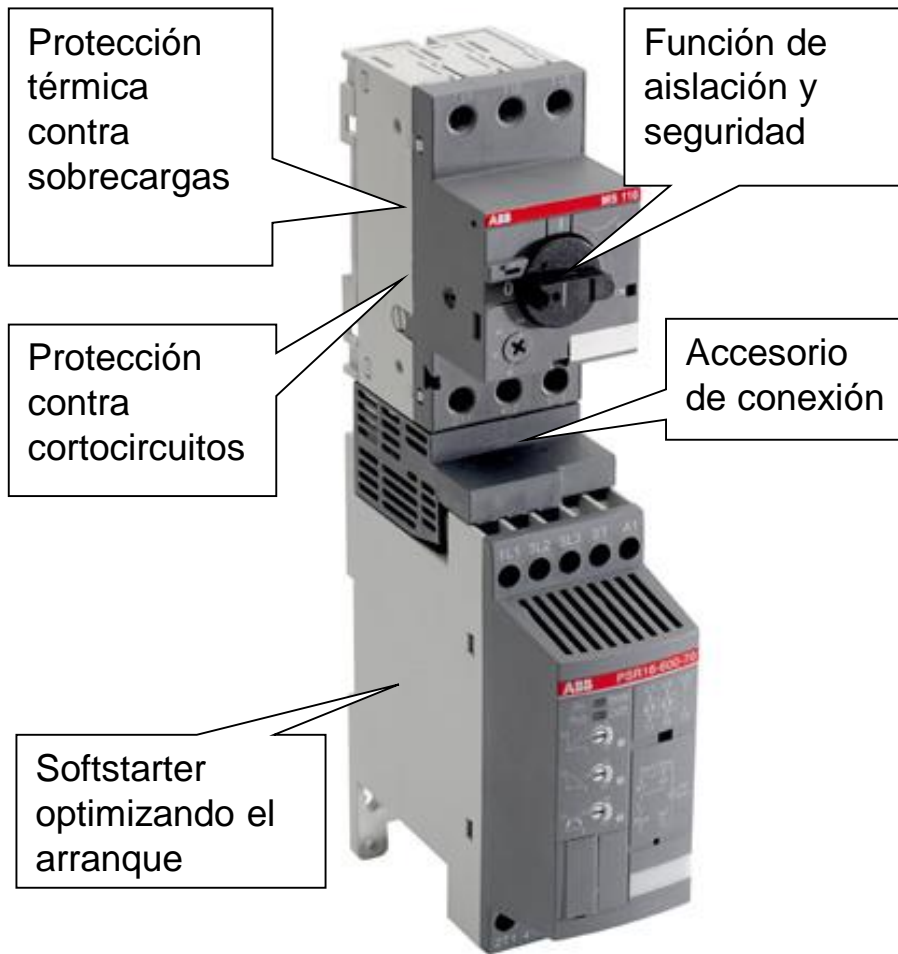
Desventajas

- Dimensiones grandes
- Costo Elevado cuando es usado en línea.



Arranque con Arrancador Suave

Combinación con guardamotores



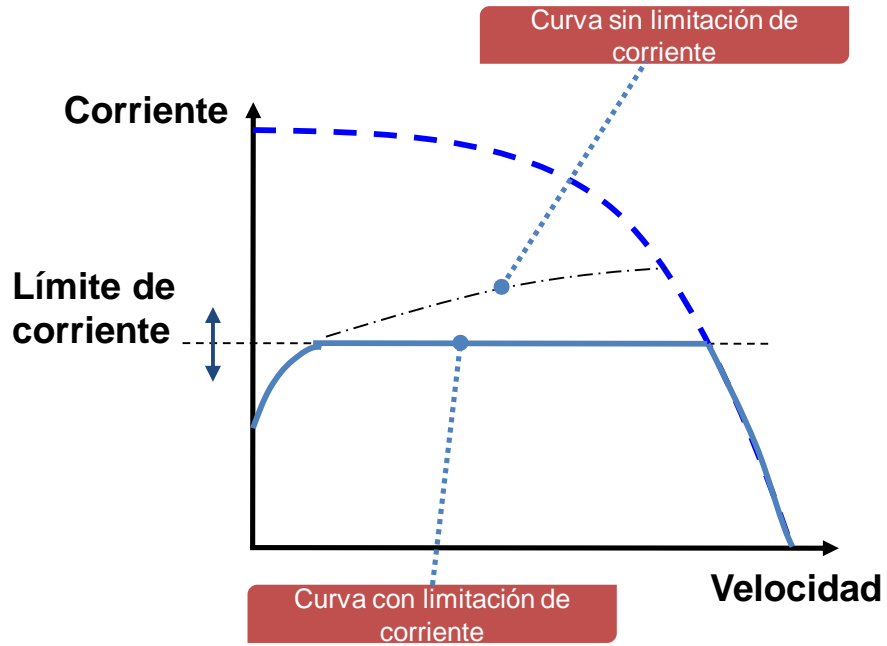
- Todas las funciones necesarias incluidas.
- Rápido y fácil de instalar.
- Menos cableado.
- No necesita espacio entre softstarters (5mm en la version 24V DC).
- Menos espacio en el gabinete.

Información general Arrancador Suave



- Reemplaza arranques estrella-triángulo
- Solución compacta de arrancador suave
- Instalación y programación fáciles
- Control de torque para control de bombas
- By-pass incorporado para ahorro de energía
- Prot. contra sobrecarga electrónica y límite de corriente incorporados
- Comunicación opcional

Funcionalidades - Limitación de corriente



Objetivo:

Reducir las caídas de tensión en la red que se dan durante los arranques de los compresores

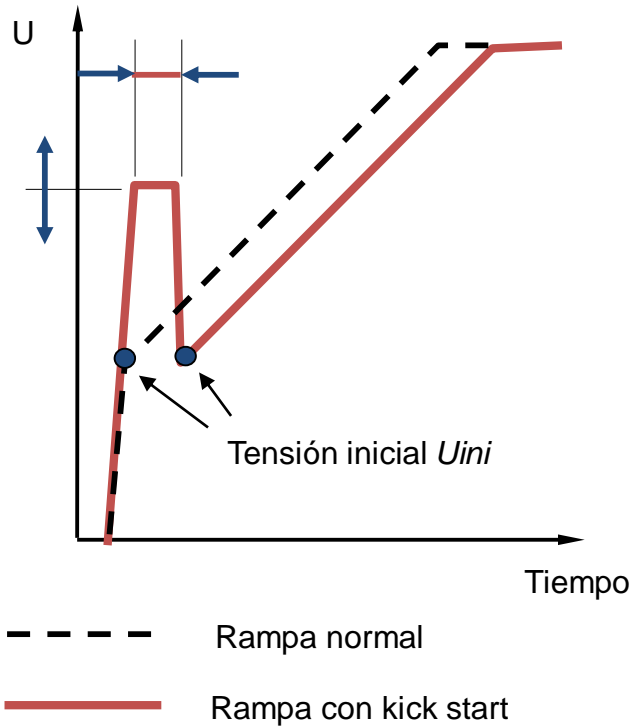
Solución:

Utilizar un softstarter con limitación de corriente mantendrá la intensidad al mínimo

Beneficios para el cliente:

- Reducir caídas de tensión en la red
- Reducir las corrientes de pico

Funcionalidades - Kick start



Objetivo:

Evitar que algún elemento tranque la bomba durante el arranque

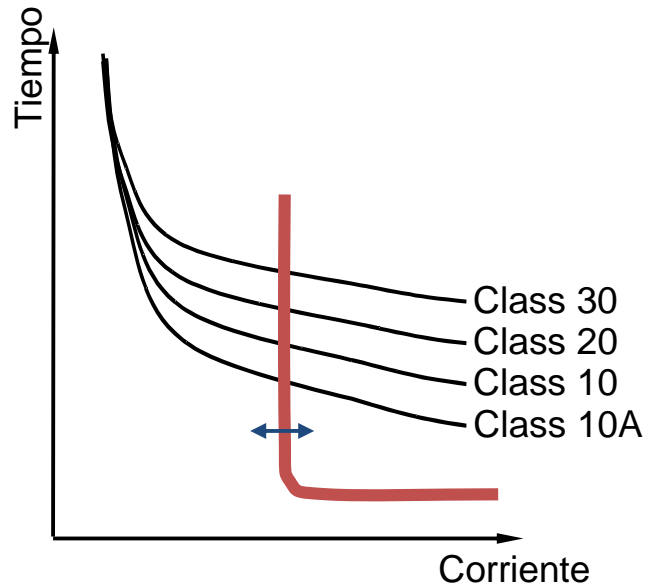
Solución:

Kick start permite que el motor desarrolle el torque suficiente para cortar el material que la tranque

Beneficios para el cliente:

- Asegurar la disponibilidad del proceso
- Minimizar necesidad de mantenimiento y service
- Incremento de la vida útil del equipo

Funcionalidades– Protección contra rotor bloqueado



Objetivo:

Prevenir daños en bombas que se vean trancadas durante su operación

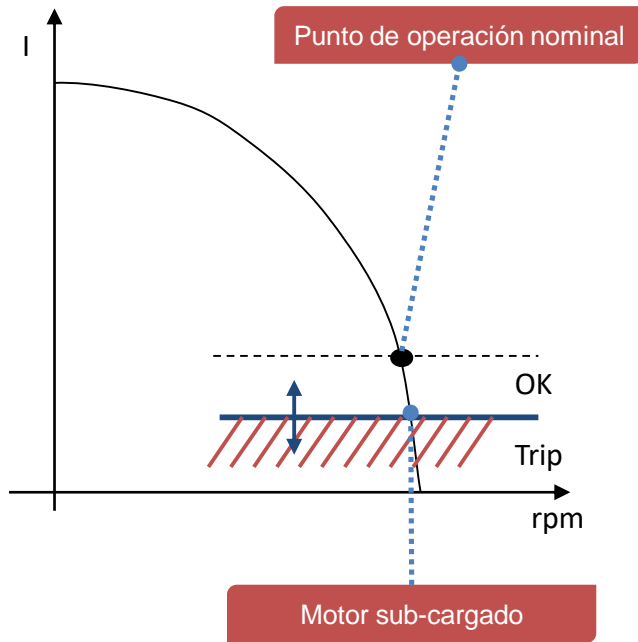
Solución:

La protección detectará inmediatamente el bloqueo y detendrá el motor, evitando su sobrecalentamiento

Beneficios para el cliente:

- Prevenir daños en el motor
- Reducir costos de mantenimiento
- Incrementar la vida útil del equipo

Funcionalidades – Protección contra sub-carga



Objetivo:

Prevención de que la bomba trabaje en vacío

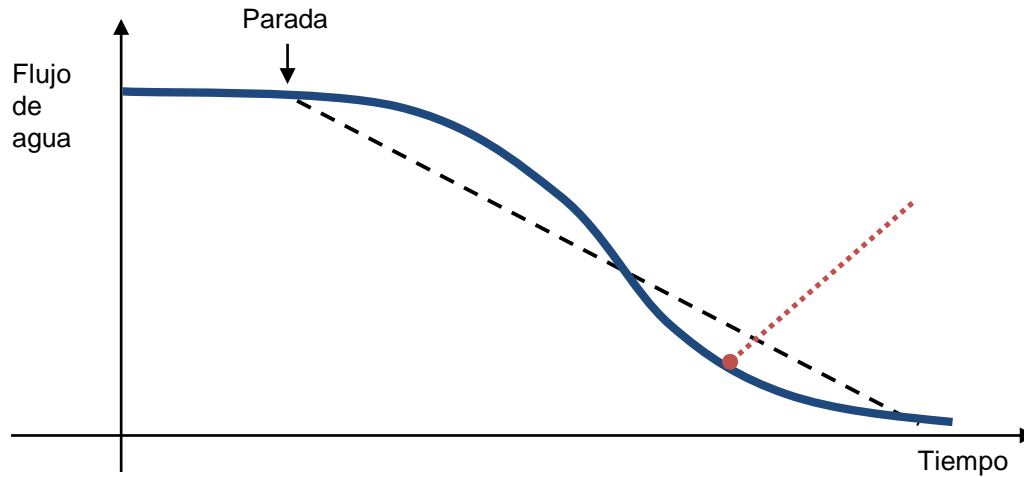
Solución:

La protección detectará la marcha en vacío y dará una alarma o disparo.

Beneficios para el cliente:

- Se reducen los costos de service y mantenimiento, la operación se optimiza

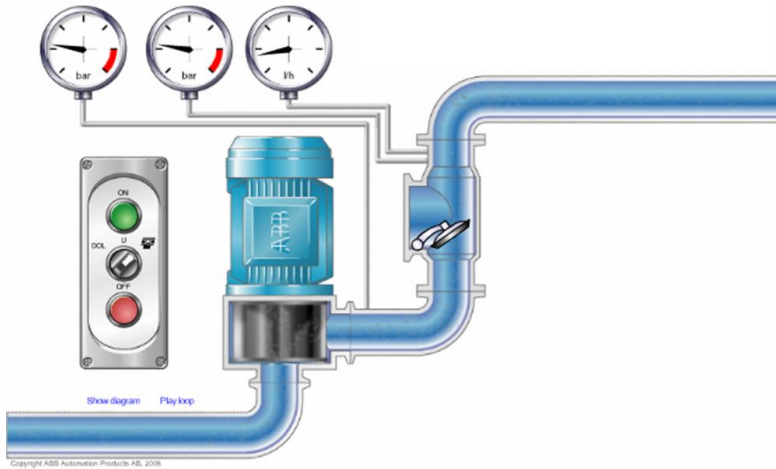
Funcionalidades Especiales – Control de torque



El principio del Control de Torque

- Controlando el torque del motor en lugar del tensión del motor
- Posibilidad de control de torque en arranque y parada
- Control de torque proporciona una aceleración y desaceleración lineal de la máquina
- Torque controlando parada suave (softstop) es diseñado especialmente para bombas

Funcionalidades – Control de torque



Objetivo:

Eliminar los golpes de ariete en la parada de las bombas que pueden dañar seriamente el equipamiento

Solución:

El Control de Torque elimina los golpes de ariete y cualquier sobrepresión

Beneficios para el cliente:

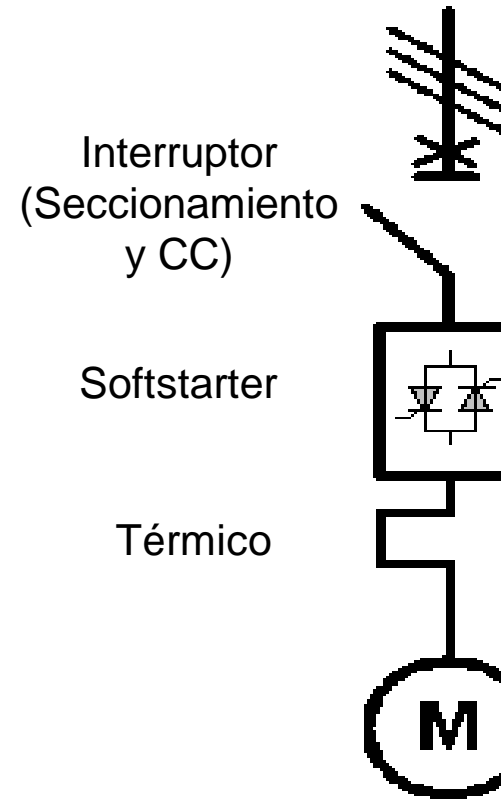
- Costos de service y mantenimiento reducidos
- Operación del proceso mejorado, evita paradas
- Extiende la vida útil del equipamiento

Selección Arrancador Suave

- Corriente del motor
- Tensión de empleo
- Arranque Normal o Pesado
 - Cantidad de arranques x hora
- Protección contra sobrecarga integrada
- Funciones avanzadas

Selección Protección

- Coordinación tipo 1 o 2
- Si tiene la protección contra sobre carga entonces
 - Seleccionar Seccionado fusibles, Interruptor o Guardamotor
 - Contactor de Línea y/o by-pass





PSR3 ... PSR16



PSR25 ... PSR30



PSR37 ... PSR45



PSR60 ... PSR105

Arranque normal Conexión en línea	PSR3	PSR6	PSR9	PSR12	PSR16	PSR25	PSR30	PSR37	PSR45	PSR60	PSR72	PSR85	PSR105 ²⁾
(400 V) kW	1,5	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55
IEC, máx. A	3,9	6,8	9	12	16	25	30	37	45	60	72	85	105
(440-480 V) hp	2	3	5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	60	75
UL, máx. FLA	3,4	6,1	9	11	15,2	24,2	28	34	46,2	59,4	68	80	104

400 V, 40 °C

Empleando guardamotores, se conseguirá una coordinación de tipo 1¹⁾

Guardamotores (50 kA)

MS116	MS132	MS165	MS495
-------	-------	-------	-------

Empleando fusibles gG, se conseguirá una coordinación de tipo 1¹⁾

Fusible de protección (50 kA) fusible gG

10 A	16 A	25 A	32 A	50 A	63 A	100 A	125 A	200 A	250 A
------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------

Interruptor fusible para los fusibles gG anteriores¹⁾

Interruptor fusible

OS32G	OS125G	OS250
-------	--------	-------

Fusibles de tipo J para coordinación UL ¹⁾

Fusible máx., tipo J

35 A	60 A	90 A	110 A	125 A	150 A	200 A
------	------	------	-------	-------	-------	-------

La protección contra sobrecarga se utiliza para proteger al motor del sobrecalentamiento¹⁾

Relé de sobrecarga térmico

TF42DU	TA75DU	TA110DU
--------	--------	---------

El arrancador suave en sí no necesita contactor de línea, pero este se utiliza a menudo para abrir si se produce un

Contactor de línea

AF9	AF12	AF16	AF26	AF30	AF38	AF52	AF65	AF80	AF96	AF116
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactor

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Suave (Softstart)

Variador de Frecuencia

Variador de frecuencia/velocidad

Control de velocidad de motores AC

- Aunque no es su principal función, permite hacer arranques y paradas suaves protegiendo al motor y reduciendo el desgaste mecánico
- La corriente de arranque se puede limitar a valores cercanos al nominal sin reducción del par.
- Inyectan armónicos a la instalación todo el tiempo.
- Si su principal función no es hacer arranques.....

¿Cuál es el propósito de un variador?

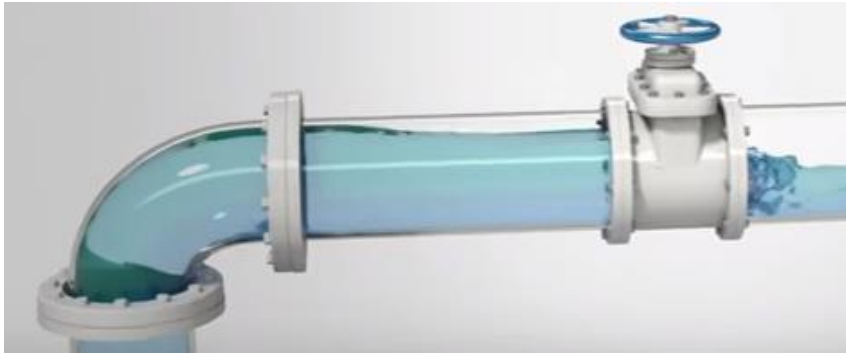
Propósito del variador de velocidad

Control de velocidad de motores AC

- **Variador de velocidad = Conversor de frecuencia = Variador de frecuencia = VSD = VFD...**
- **El objetivo principal del variador de velocidad es controlar la velocidad de un motor eléctrico AC**
- Sin un variador, un motor AC va a girar a una única velocidad nominal, que depende de la construcción del motor (número de polos) y el par demandado por la carga
- **El variador permite controlar el voltaje y frecuencia con que se alimenta el motor para que gire a la velocidad deseada**

Propósito del variador de velocidad

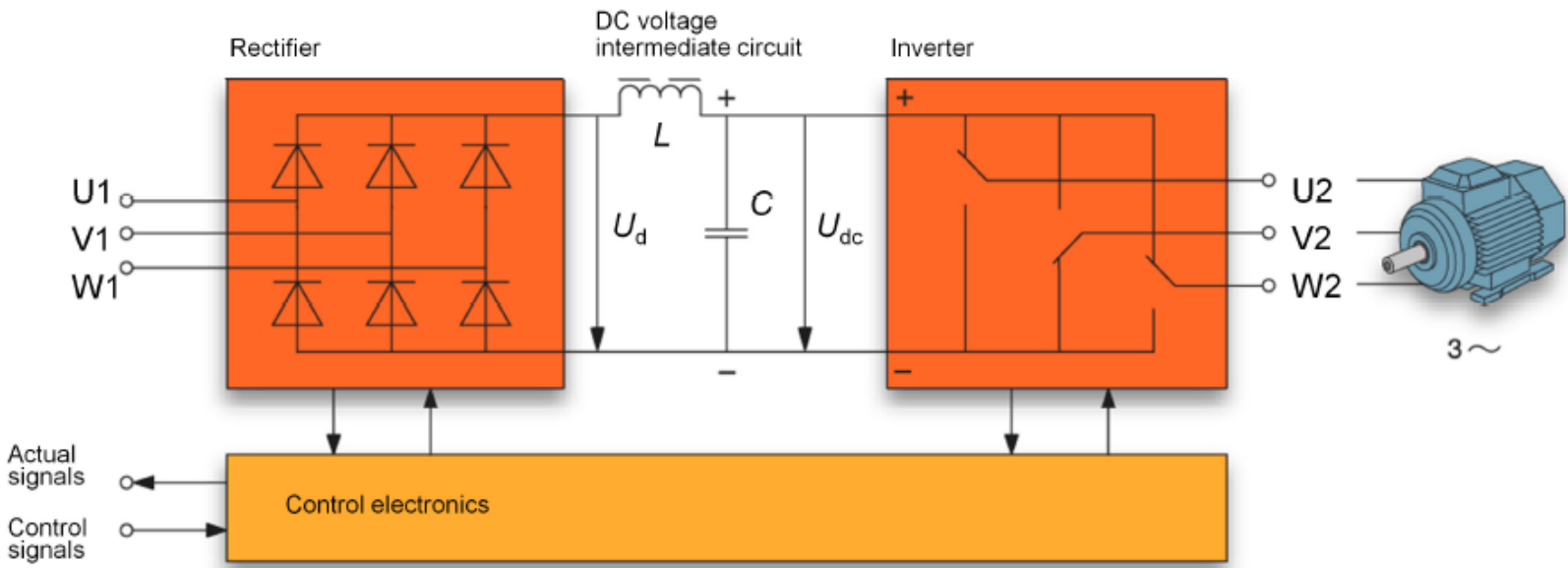
Por qué controlar la velocidad del motor AC?



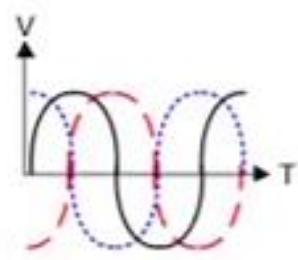
- **Porque el proceso lo requiere** – Hay aplicaciones donde se necesita controlar la velocidad/torque o hacer cambios de dirección
- **Porque permite ahorrar energía** – Hay aplicaciones donde la velocidad/torque es diferente a lo que el proceso realmente se necesita, obligando a usar dispositivos mecánicos que regulen la salida

Funcionamiento del variador de velocidad

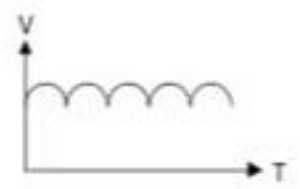
Conversión de tensión AC fija/DC/AC variable



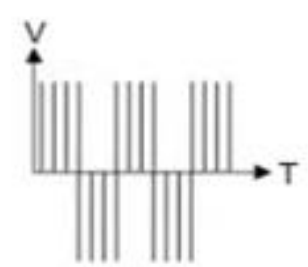
User interface:
eg, control panel or
automation system



Rectifier
Converts AC line to Pulsating DC voltage



Intermediate Circuit (DC BUS)
Filters the pulsating DC to
Fixed DC voltage



Inverter
Changes fixed DC to adjustable AC
Alters the Frequency of PWM waveform

Funcionamiento del variador de velocidad

Conversión AC fijo/DC/AC variable

- **Rectificador** – Convierte la tensión AC de alimentación en tensión DC (con ripple)
- **Bus DC** – Recibe la tensión DC que entrega el rectificador y la filtra (elimina el ripple), almacena energía para atender demanda del inversor y entrega energía reactiva para el motor
- **Inversor** – Convierte el voltaje DC disponible en el bus de continua en un voltaje AC de amplitud y frecuencia variable mediante modulación PWM
- **Electrónica de control** – Calcula en todo momento la tensión y frecuencia que precisa el motor para cumplir con los requerimientos del proceso y maneja el rectificador y el inversor en forma acorde

Funcionamiento del variador de velocidad

Rectificador

- **Convierte la tensión de alimentación AC en tensión DC pulsante (con ripple)**
- Los tipos de rectificador comúnmente utilizados son:
 - **Rectificador de diodos** (no controlado)
 - **Rectificador de diodos/tiristores** (semicontrolado)
 - **Rectificados de tiristores** (totalmente controlado)
 - **Rectificador de transistores IGBTs** (totalmente controlado)

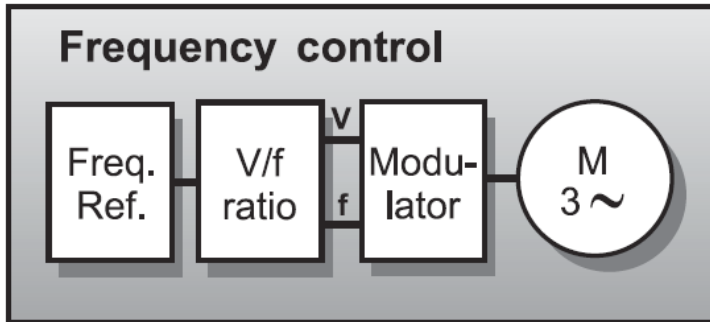
Funcionamiento del variador de velocidad

Estrategias de control

- El variador puede controlar al motor de
 - **Control escalar (V/f) a lazo abierto**
 - **Control vectorial a lazo cerrado**
 - **Control vectorial a lazo abierto**
 - **Control ABB DTC**

Funcionamiento del variador de velocidad

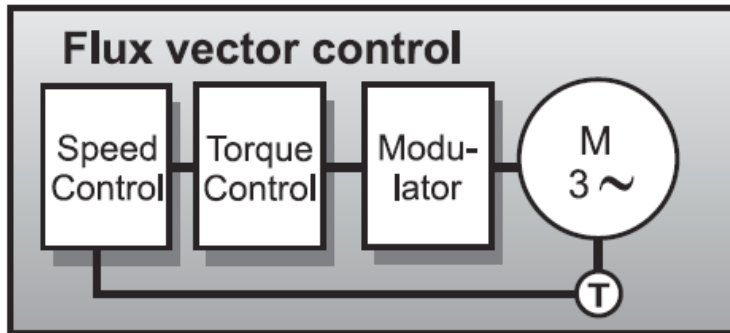
Estrategias de control – Control escalar (lazo abierto)



- El variador ajusta su frecuencia de salida para alcanzar la consigna de frecuencia (Hz)
- El voltaje es siempre proporcional a la frecuencia (V/f es constante)
- **Con V/f constante, el torque y el deslizamiento se mantienen constantes**
- El variador se comporta como una fuente conmutada
- Se ignora el estado del motor. No hay realimentación desde el interior del variador o del proceso (lazo abierto)
- La velocidad real del motor la determina la carga tal como en la configuración DOL

Funcionamiento del variador de velocidad

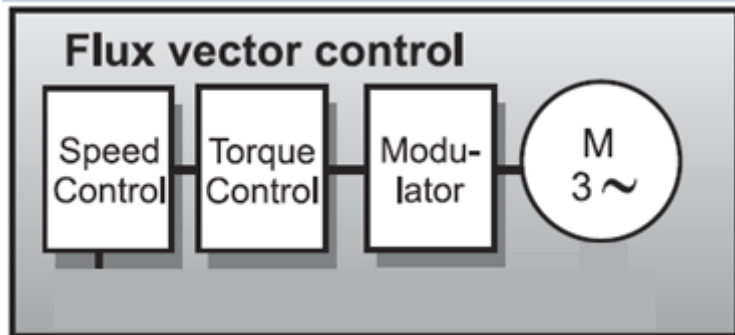
Estrategias de control – Control vectorial (lazo cerrado)



- El variador ajusta su comportamiento para que el motor alcance la consigna de velocidad (rpm) o torque (Nm)
- Se controla el vector de flujo magnético dentro del motor
- Hay realimentación desde el proceso. El variador conoce la velocidad del motor a partir de la lectura de información de un encoder en el motor
- Se simula el comportamiento del motor en función de los datos de parámetros y marcha ID
- El variador ajusta su funcionamiento en función de lo observado en el encoder y lo estimado en el motor

Funcionamiento del variador de velocidad

Estrategias de control – Control vectorial (lazo abierto)



- El variador ajusta su comportamiento para que el motor alcance la consigna de velocidad (rpm) o torque (Nm)
- Se controla el vector de flujo magnético dentro del motor (variador descompone corriente de magnetización y de torque)
- Hay realimentación interna. El variador conoce el comportamiento del campo magnético a partir de la lectura de sensores de corriente en su interior y los datos de la marcha de identificación y parámetros
- Se simula el comportamiento del motor en función de los datos de parámetros y marcha ID
- El variador ajusta su funcionamiento en función de lo observado los sensores de corriente y lo estimado en el motor