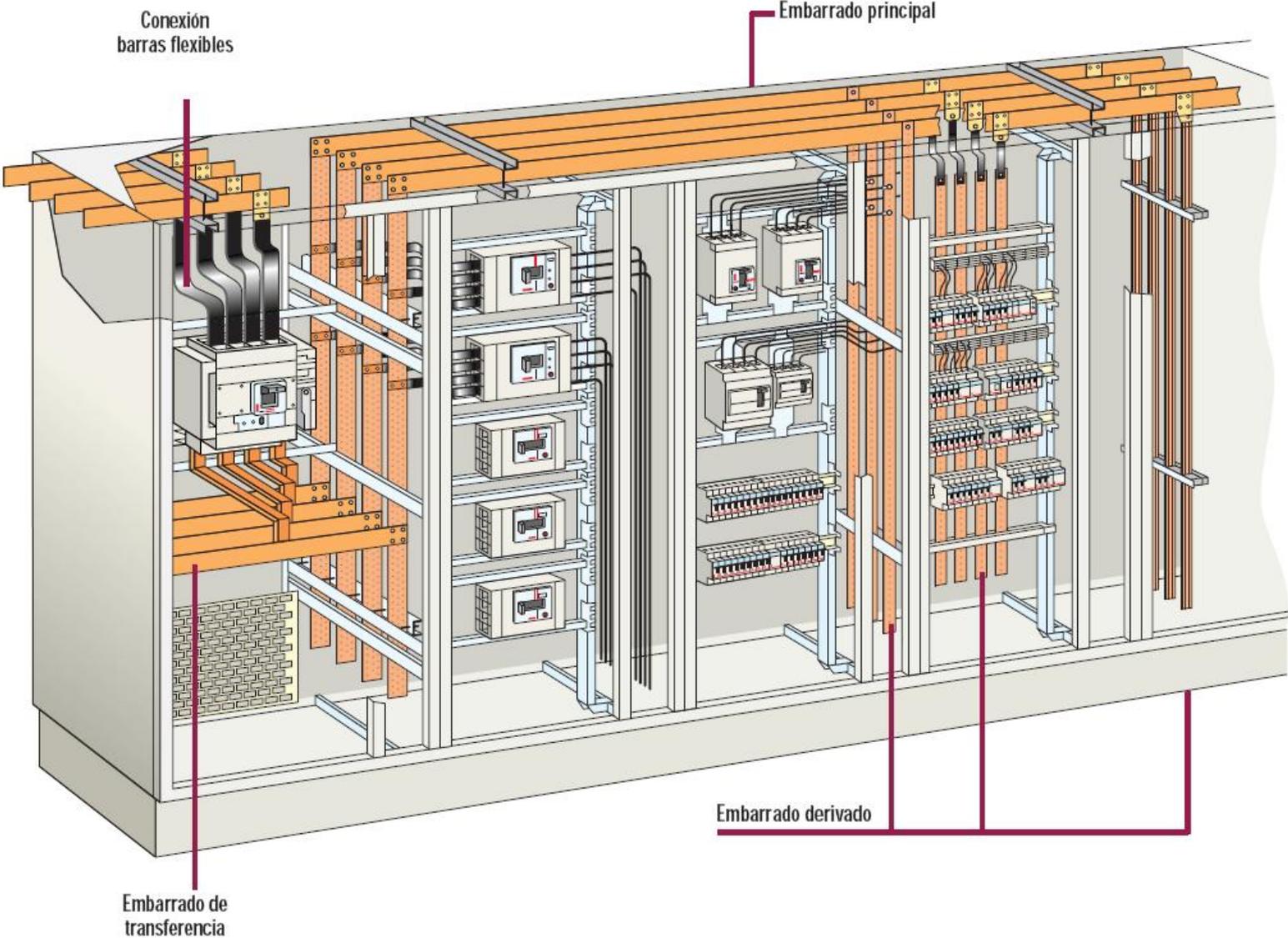


APUNTES DE AUTOMATISMOS.

Parte 1. Automatismos cableados.

Muros. Curso 2022-2023

Versión 1.0



INDICE.

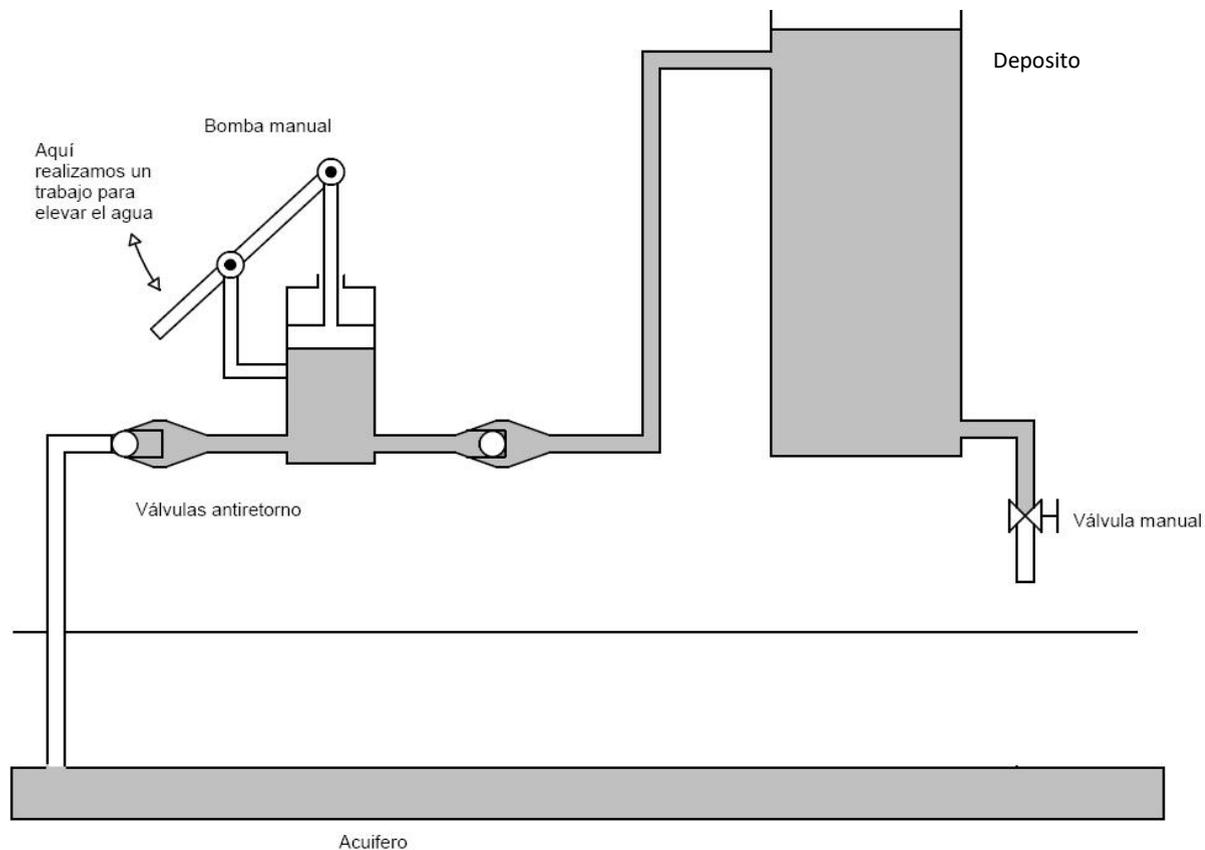
Símil hidráulico para explicar las magnitudes eléctricas.	3
Sistema de producción, transporte y distribución de electricidad.	4
Producción de electricidad en un generador electromagnético.	5
F.e.m. (fuerza electromotriz).	6
Generación de tensión alterna.	7
Generación de tensión alterna trifásica.	8
Efecto motor (f.c.e.m. (fuerza contraelectromotriz)).	9
Suministros eléctricos a viviendas, y a industrias o locales comerciales.	10
Comparación entre la circuitos tipo y cuadros eléctricos de automatismo.	11
Funciones de los cuadros eléctricos de automatismo. Seccionamiento	12
Funciones de los cuadros eléctricos de automatismo. Protección.	13
	14
	15
Grado de protección de las envolventes. Grado IP.	16
Elección del IP en función del local.	17
Características de la aparamenta de protección a utilizar.	18
	19
	20
	21
Funciones de los cuadros eléctricos de automatismo. Conmutación.	22
Motores asíncronos trifásicos.	23
	24
Interpretación de placa de características.	25
Comprobación de consumos.	26
Esquemas de conexionado.	27
Esquemas eléctricos desarrollados.	28
	29
	30
	31
	32
	33
	34
	35
	36
Pasos para desarrollar un automatismo.	37
	38
Reglas para la concepción de un esquema de automatismo.	39
Control manual de un motor asíncrono trifásico mediante arranque directo .	40
Montaje de elementos en la envolvente	41
Distintas configuraciones para la alimentación al sistema de mando de un sistema automático eléctrico	42
Distintas configuración de los elementos de protección para proteger un cuadro eléctrico.	43
Selectividad entre protecciones.	44
Funciones a cumplir en la realización física de un cuadro eléctrico.	45
	46
	47
	48
	49
Mecanizado de cuadros eléctricos para automatismo.	50
	51
	52
	53
	54

INDICE.

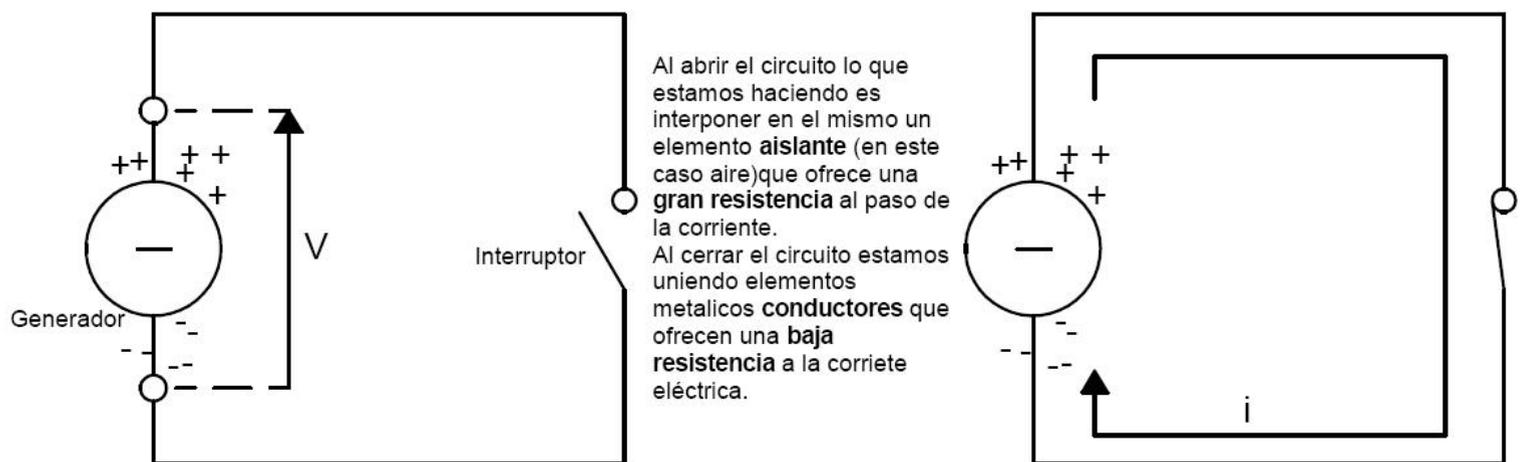
Mecanizado de cuadros eléctricos para automatismo (continuación).	55
	56
	57
	58
	59
	60
Seguridad básica en trabajos de mecanizado.	61
Herramientas eléctricas.	62
5 reglas de oro para trabajar con seguridad.	63
Detección de defectos.	64
	65
	66
Maniobras con motores. Cambio de sentido de giro.	67
Temporizadores	68
Caídas de tensión en las instalaciones debidas al arranque de motores.	69
Maniobras con motores. Reglamentación.	70
Maniobras con motores. Circuitos de potencia unifilares.	71
Curvas características de los principales arranques.	72
Maniobras con motores. Arranque estrella-triángulo	73
Maniobras con motores. Arranque estático por resistencias.	
Maniobras con motores. Arranque rotórico por resistencias	74
Maniobras con motores. Arranque part-winding	75
Maniobras con motores. Arranque por auto-transformador	
Maniobras con motores. Arranque suave.	76
Maniobras con motores. Arranque mediante regulador de frecuencia.	
Maniobras con motores. Arranque estrella – triángulo con inversión de giro.	77
Maniobras con motores. Frenado de motores asíncronos.	78
Elección de los calibres de la aparatamenta de potencia.	79
Ejemplo de selección de calibres de aparatamenta y sección de conductores en el arranque de motores	80
	81
	82
Regulación de velocidad. Motores con devanados estáticos independientes.	83
Regulación de velocidad. Motores con conexión Dahlander.	84
	85
Disposiciones constructivas de motores asíncronos.	86
Motores trifásicos como monofásicos. Conexión Steimetz.	87
Motores monofásicos.	88
Maniobras en motores monofásicos. Cambio de sentido de giro.	89
Circuitos de mando utilizando contactores con bobinas de 24 V de c.a.	90
Alimentación mediante un transformador de mando.	91
	92
Variadores de frecuencia.	93
	94
	95
	96
	97
	98
	99
Bibliografía.	100

Símil hidráulico para explicar las magnitudes eléctricas.

Con este **símil** se pretenden explicar las magnitudes eléctricas.



Mediante un trabajo manual con la bomba hidráulica le suministramos al agua una energía potencial, esta energía potencial está dada en la figura por la altura con respecto al acuífero. Al abrir la válvula manual el agua puede circular y retorna a su nivel natural que en este caso es el del acuífero.



Con las magnitudes eléctricas sucede algo similar.

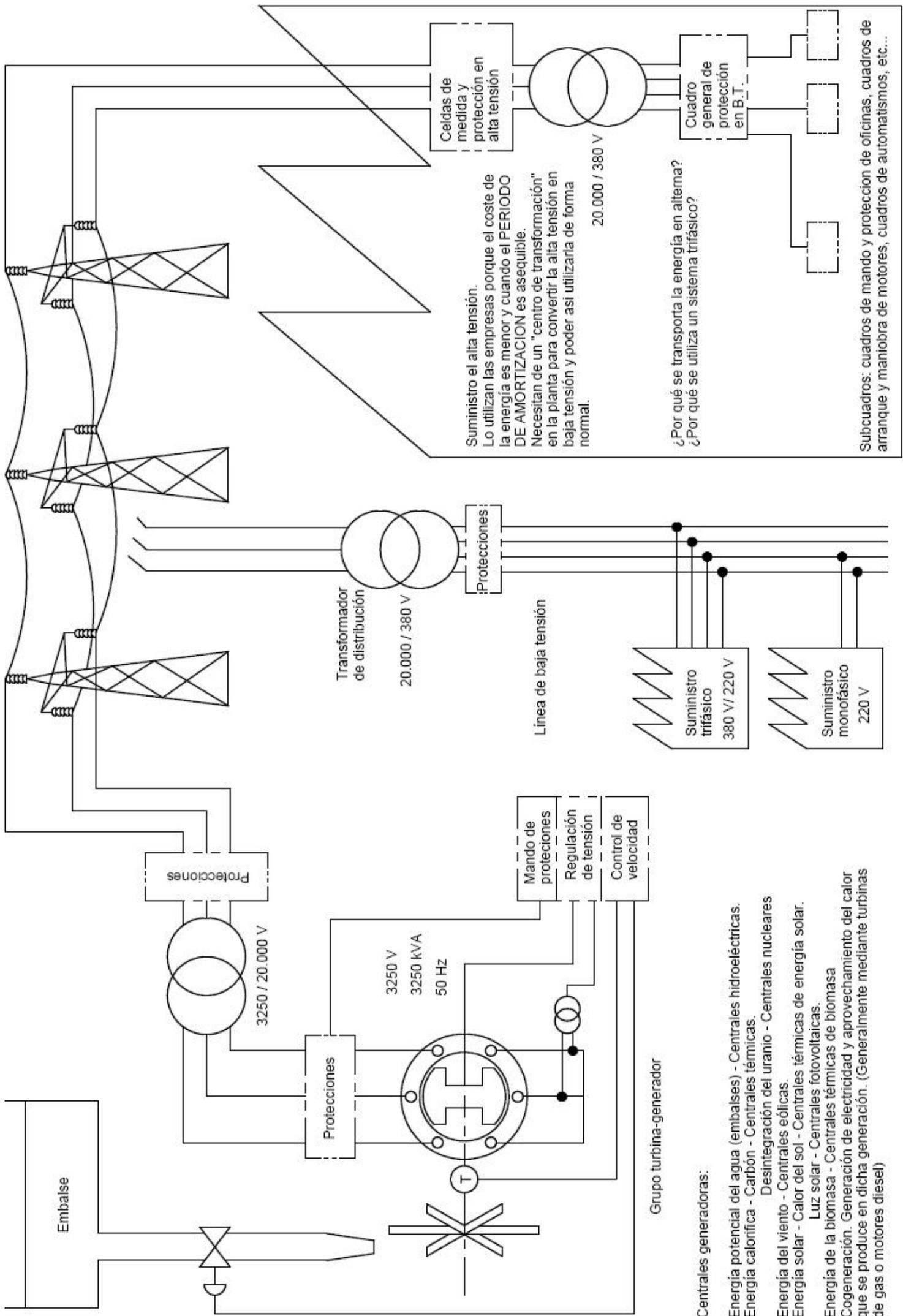
Mediante un trabajo le damos una energía potencial a las cargas eléctricas. ¿Cómo? Separando las cargas eléctricas positivas de las negativas. ¿Cómo? En las pilas mediante reacciones químicas. En los generadores mediante conversión electromagnética. En las placas solares mediante la conversión de luz en tensión, etc... Esto produce una tensión en los **bornes** del generador.

Si luego cerramos el circuito mediante el interruptor las cargas se vuelven a equilibrar (recordemos que cargas de distinto signo se atraen), produciendo un **movimiento de cargas** que es en definitiva la corriente eléctrica.

Si el generador funciona continuamente (puede separar las cargas de modo continuo) habrá corriente continuamente. El sentido dado a la corriente es el convencional, de + a -, debido a que cuando se empezaron a estudiar estos fenómenos se pensaba que lo que se movía eran las cargas positivas.

Para las magnitudes alternas la polaridad de la tensión varía alternativamente entre un polo y otro, en un instante un polo es positivo con respecto al otro y en otro instante el polo es negativo. A la corriente le sucederá lo mismo y en un instante irá en un sentido y luego en el otro.

Sistema de producción, transporte y distribución de electricidad.



Centrales generadoras:

- Energía potencial del agua (embalses) - Centrales hidroeléctricas.
- Energía calorífica - Carbón - Centrales térmicas.
Desintegración del uranio - Centrales nucleares
- Energía del viento - Centrales eólicas.
- Energía solar - Calor del sol - Centrales térmicas de energía solar.
Luz solar - Centrales fotovoltaicas.
- Energía de la biomasa - Centrales térmicas de biomasa
- Cogeneración. Generación de electricidad y aprovechamiento del calor que se produce en dicha generación. (Generalmente mediante turbinas de gas o motores diesel)

Producción de electricidad en un generador electromagnético.

Como se produce electricidad en el generador.
Se tienen que considerar 2 leyes físicas implicadas.

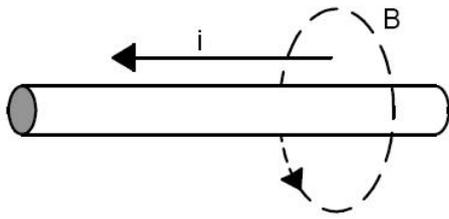
1.- Efecto generador.

Este nos dice que en un conductor (el cobre metálico) en movimiento relativo a un campo magnético y que corte sus líneas de campo se produce una f.e.m. (fuerza que empuja los electrones en un determinado sentido).

Esta f.e.m. lo que nos produce es una separación de cargas dentro del generador., por tanto una tensión entre los extremos de dicho conductor.

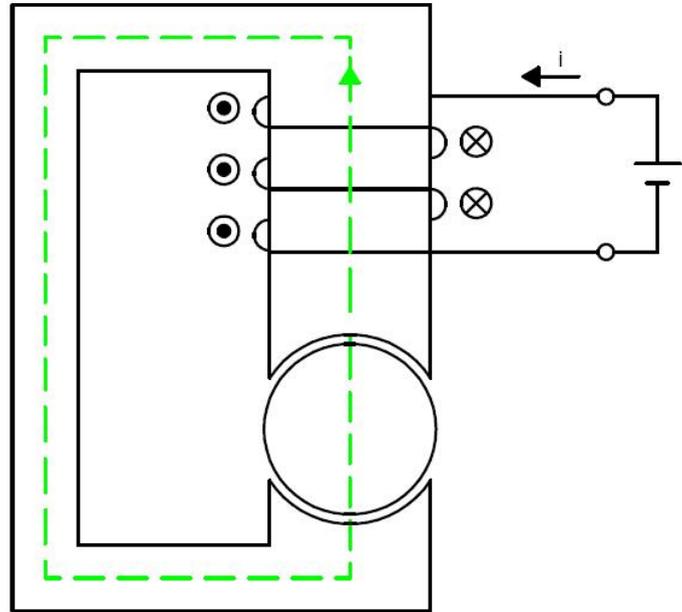
Por lo tanto lo primero que tendremos que considerar es: ¿como se crea un campo magnético?

Toda corriente eléctrica genera un campo magnético alrededor suyo cuyo sentido está dado por la regla de la mano derecha.



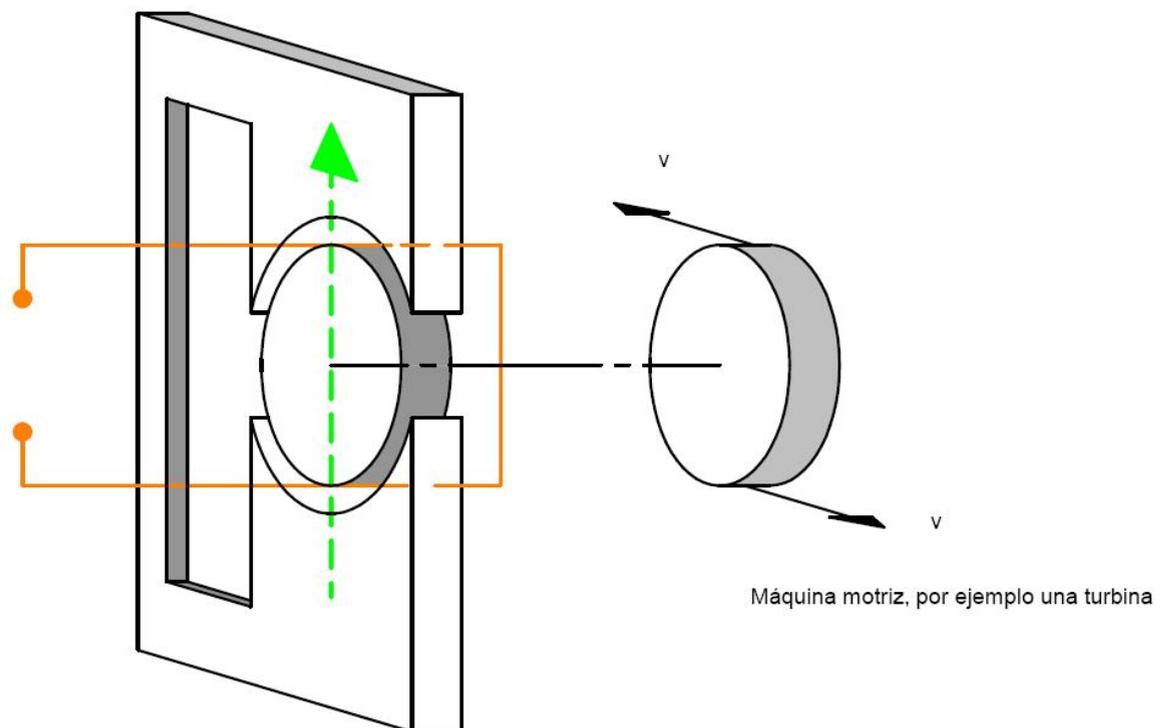
Llamaremos polo norte aquel del que salen las líneas de campo y polo sur aquel por donde entran.

Los materiales magnéticos **amplifican** el campo magnético producido por las corrientes eléctricas por lo que en una bobina con núcleo magnético el **campo es mucho mayor** que en una bobina sin núcleo.



5

Si la intensidad que utilizamos es continua el campo será continuo., si la intensidad es variable el campo será variable. Después de que se tiene el campo magnético creado le aplicamos movimiento a los conductores (al rotor) para que estos se muevan con respecto al campo magnético, que en este caso es constante.



Fórmulas del movimiento.

Movimiento lineal:

$$e = v \cdot t$$

Movimiento circular:

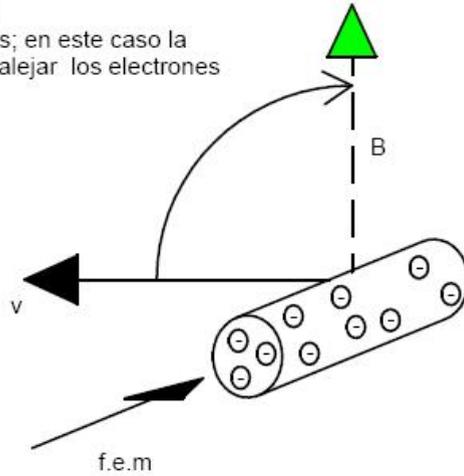
$$\theta = \omega \cdot t$$

F.e.m. (fuerza electromotriz).

¿Cual es el sentido de la f.e.m. en el conductor, como resulta la polaridad del voltaje?

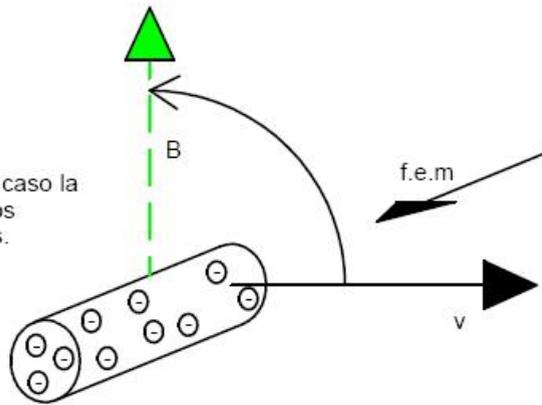
Dicho sentido viene dado por la regla del sacacorchos. Dados un campo magnético B y un conductor cortándolo a una velocidad v, la f.e.m. resultante tiene un sentido determinado por la aplicación de un sacacorchos que gire según el ángulo mas pequeño que formen v y B tomando como origen de dicho ángulo v.

Sentido de giro del sacacorchos; en este caso la f.e.m intentará alejar los electrones de nosotros.



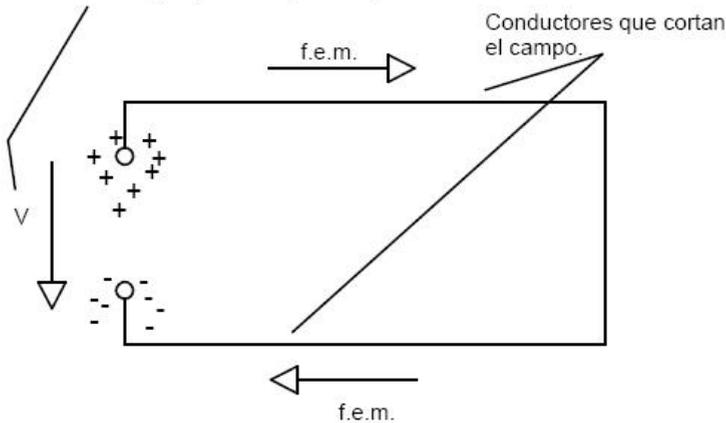
Lo simbolizaremos con una flecha vista desde atrás

Sentido de giro del sacacorchos; en este caso la f.e.m intentará empujar los electrones hacia nosotros.



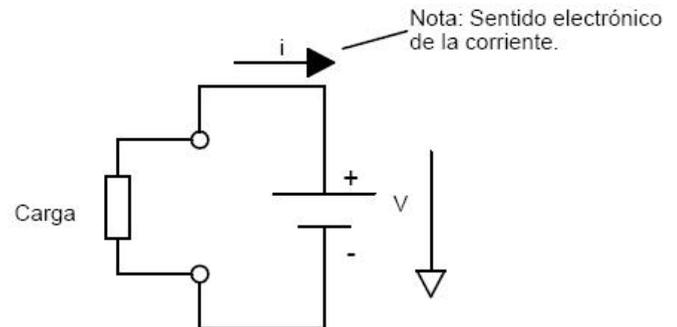
Lo simbolizaremos con una punta de flecha vista de frente

NOTA: Esto es así ya que estamos utilizando el sentido real de la corriente y no el convencional. De todas formas si se utilizara el sentido convencional el resultado sería el mismo pero recordando que en ese caso las partículas sobre las que actuaría la f.e.m serían las cargas positivas (huecos).

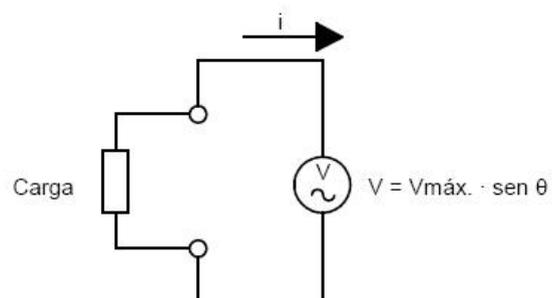


En nuestro motor elemental la acumulación de cargas queda como indica la figura. Hay que tener en cuenta que se originará f.e.m. en cada uno de los conductores que corte el campo magnético; es este caso dos.

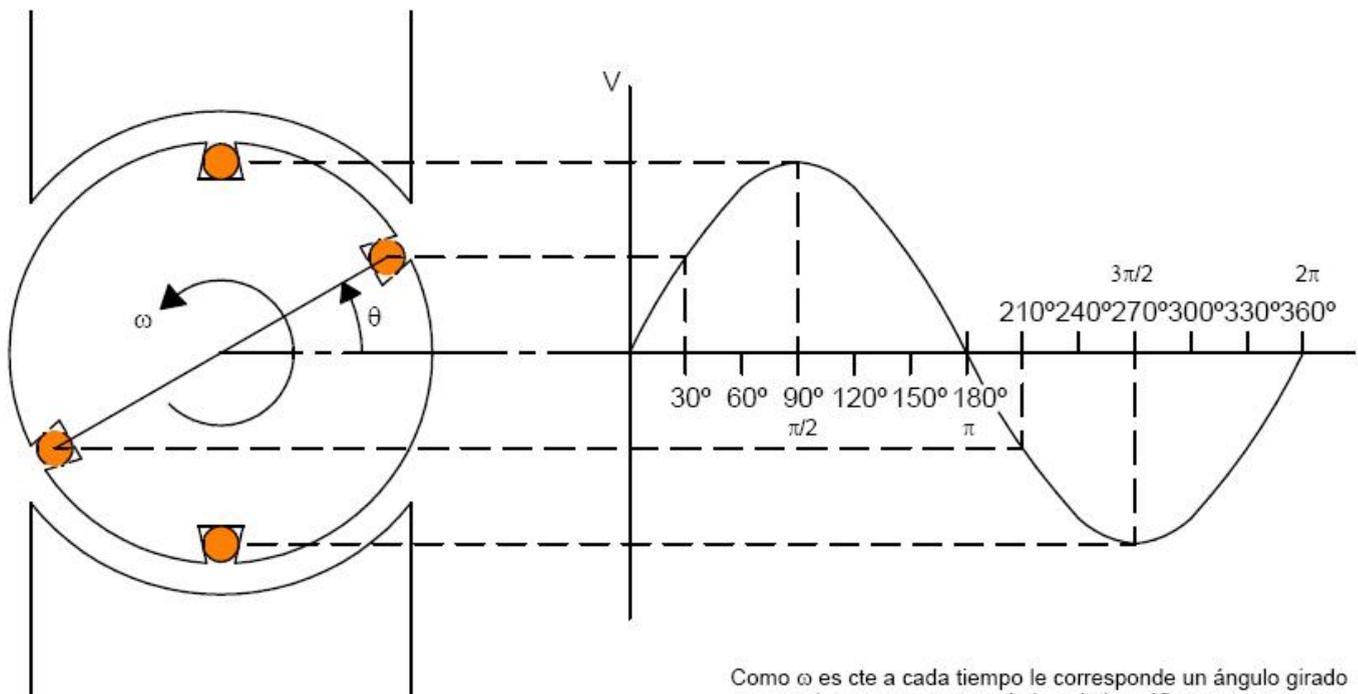
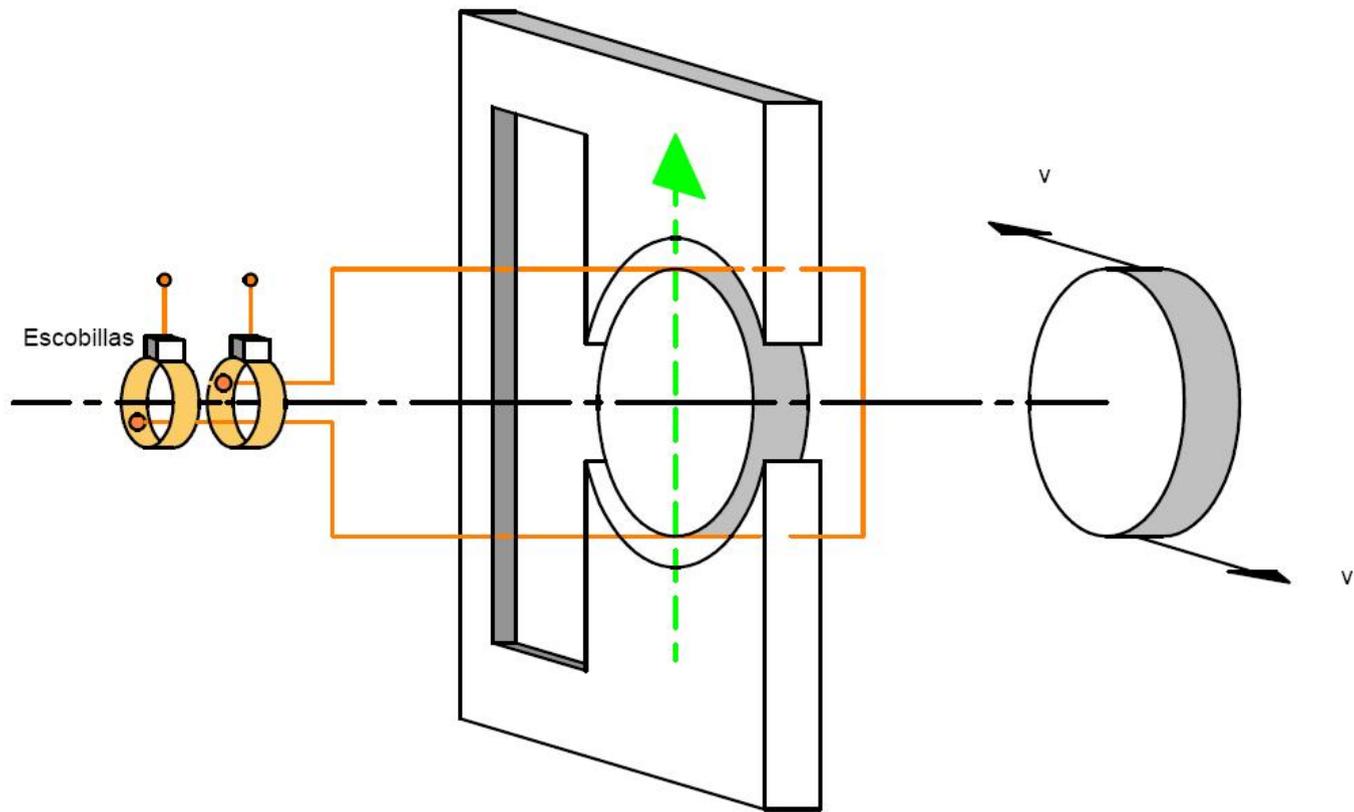
Para un instante determinado si cerramos el circuito con una carga circulara una corriente.



A lo largo del tiempo las f.e.ms. van variando entre un máximo y un mínimo de forma senoidal en función del ángulo que forman V y el eje horizontal en este caso.



Generación de tensión alterna.



Como ω es cte a cada tiempo le corresponde un ángulo girado que son los que vemos en el eje x de la gráfica.

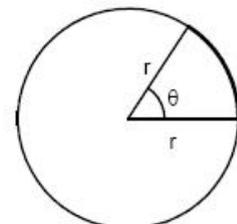
$$V = V_{\text{máx.}} \cdot \text{sen } \theta \rightarrow \begin{array}{l} \text{Para } \theta = 0^\circ \rightarrow V = 0 \\ \text{Para } \theta = 90^\circ \rightarrow V = V_{\text{máx.}} \end{array}$$

$$\theta = \omega \cdot t \rightarrow V = V_{\text{máx.}} \cdot \text{sen } (\omega t)$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$f = 1 / T$$

Un radián es la unidad de ángulo plano igual al ángulo central formado por **un arco de longitud igual al radio del círculo.**



Dado que la circunferencia de un círculo es exactamente de 2π radios ($C = 2\pi r$) y que un arco de longitud r tiene un ángulo central de un radián, se deduce que:

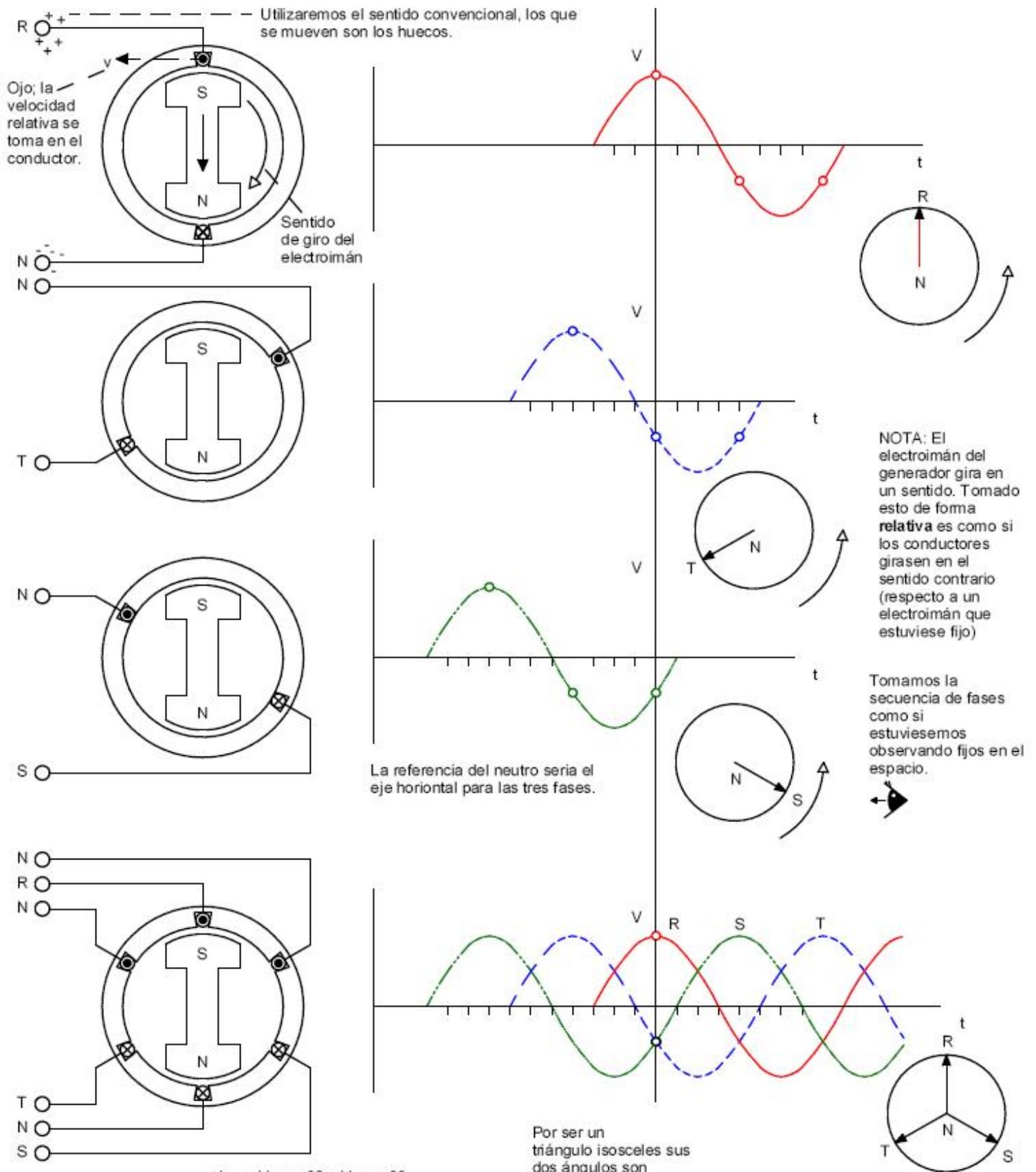
$$2\pi \text{ radianes} = 360^\circ.$$

Generación de tensión alterna trifásica.

Todo lo anterior sería válido para un generador elemental. Pero, como es en realidad un generador trifásico.

En primer lugar lo que se mueve es el campo magnético y los conductores están fijos en el estator.

En segundo lugar los conductores del estator están dispuestos de manera que formen tres bobinas independientes entre sí 120°.



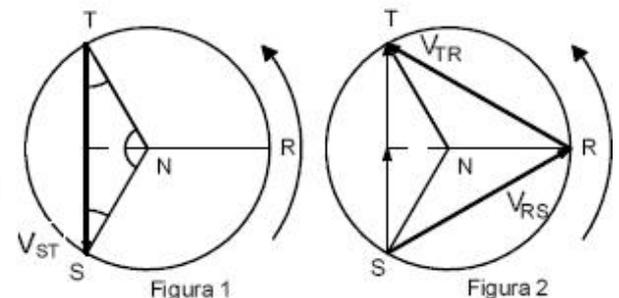
$$V_{ST} = V_f \cdot \cos 30 + V_f \cdot \cos 30$$

$$V_{ST} = V_f (\cos 30 + \cos 30) = V_f (2 \cdot \cos 30)$$

$$V_{ST} = V_f (2 (\sqrt{3} / 2)) = \sqrt{3} \cdot V_f$$

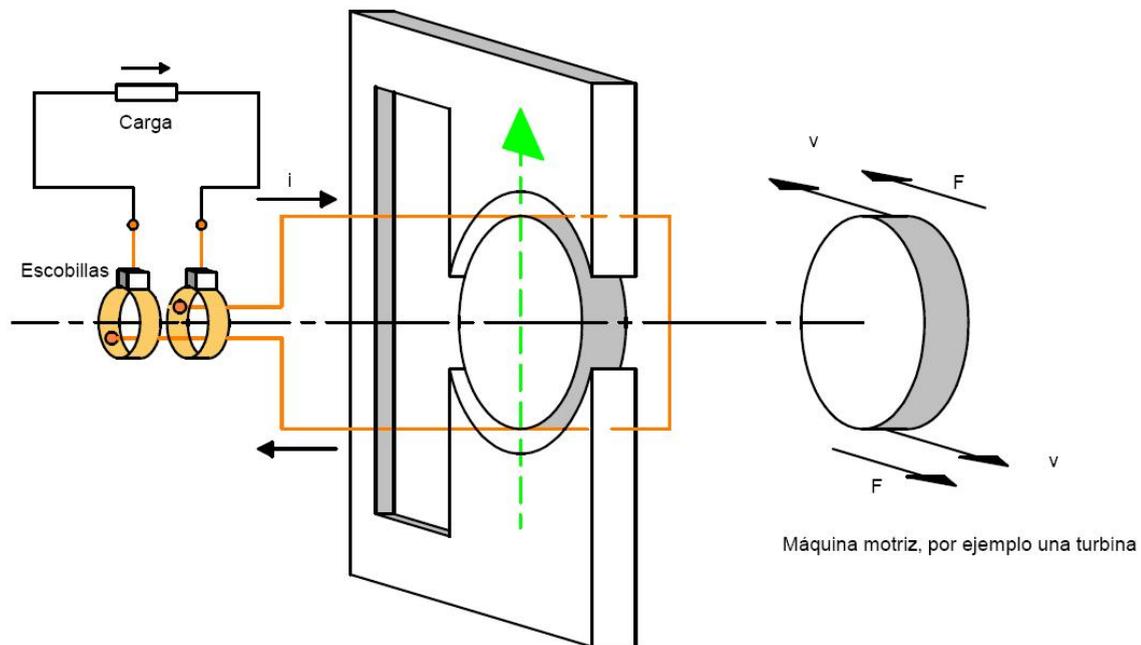
$$380 = \sqrt{3} \cdot 220$$

En este instante en la fase R no existirá tensión de fase, en la fase S la tensión será negativa con respecto a R y en la fase T será igual pero positiva con respecto a R. El valor de la tensión entre las fases S y T nos lo da la figura 1; será el **máximo valor instantáneo entre fases**. El valor de la tensión entre T y R (instantáneo) y entre R y S nos lo da la figura 2. Recordemos que las tensiones de fase son sinusoidales; pero recordemos también que las tensiones de línea también son sinusoidales.



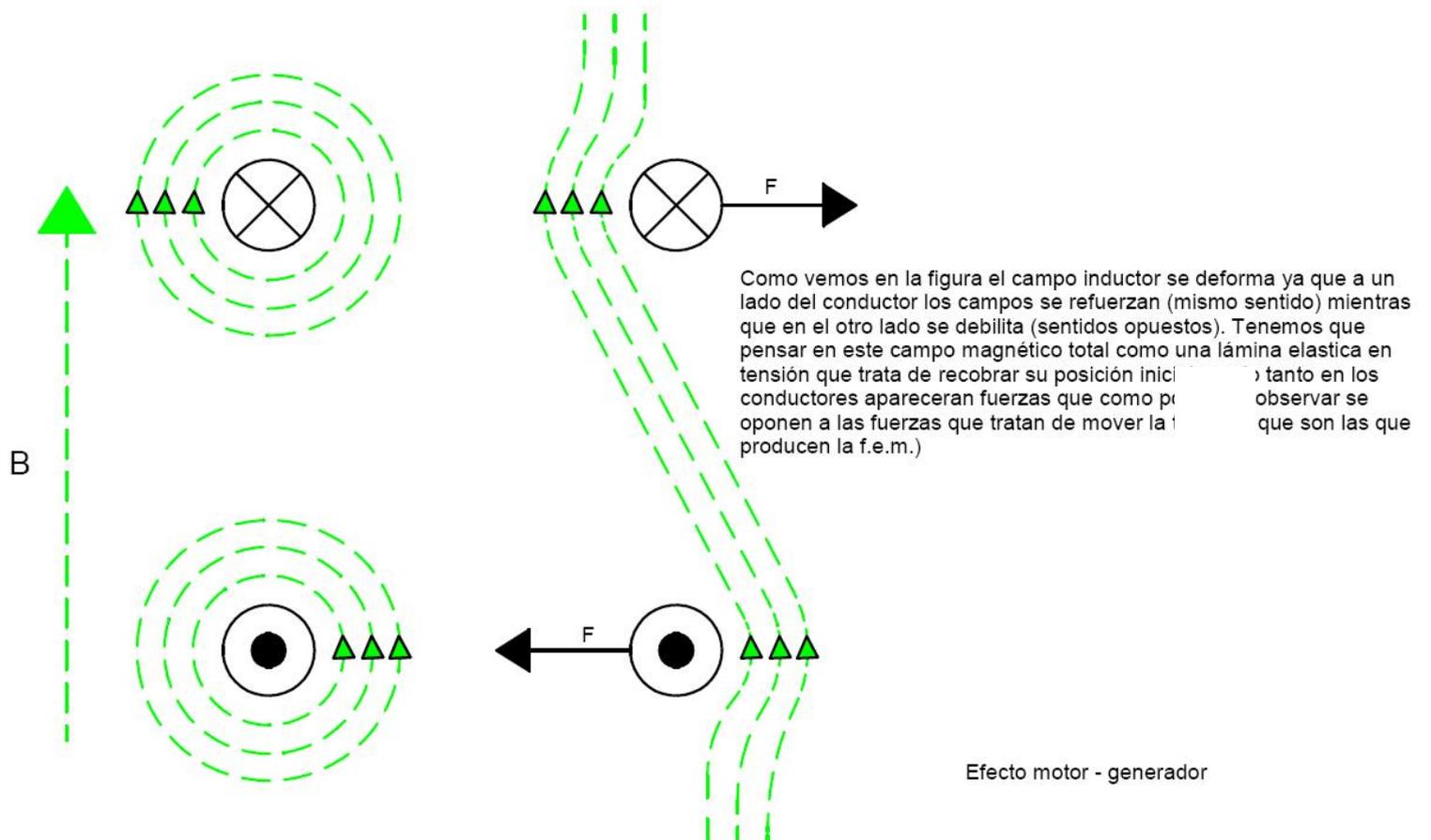
Efecto motor (f.c.e.m. (fuerza contraelectromotriz)).

Hasta ahora solo hemos trabajado con tensiones, pero que ocurre cuando por los devanados del generador circulan corrientes al cerrar el circuito con una carga.

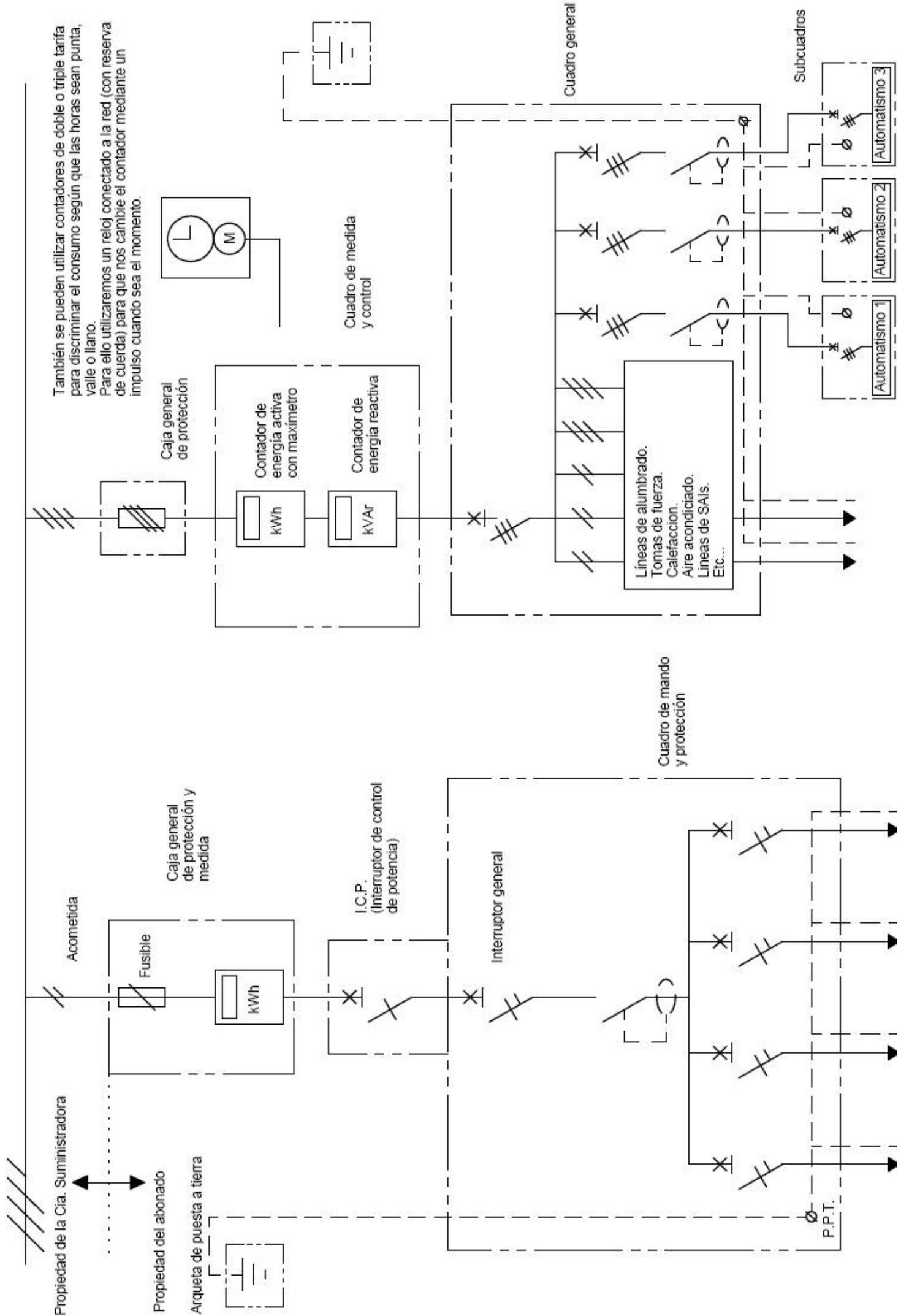


2.- Efecto motor.

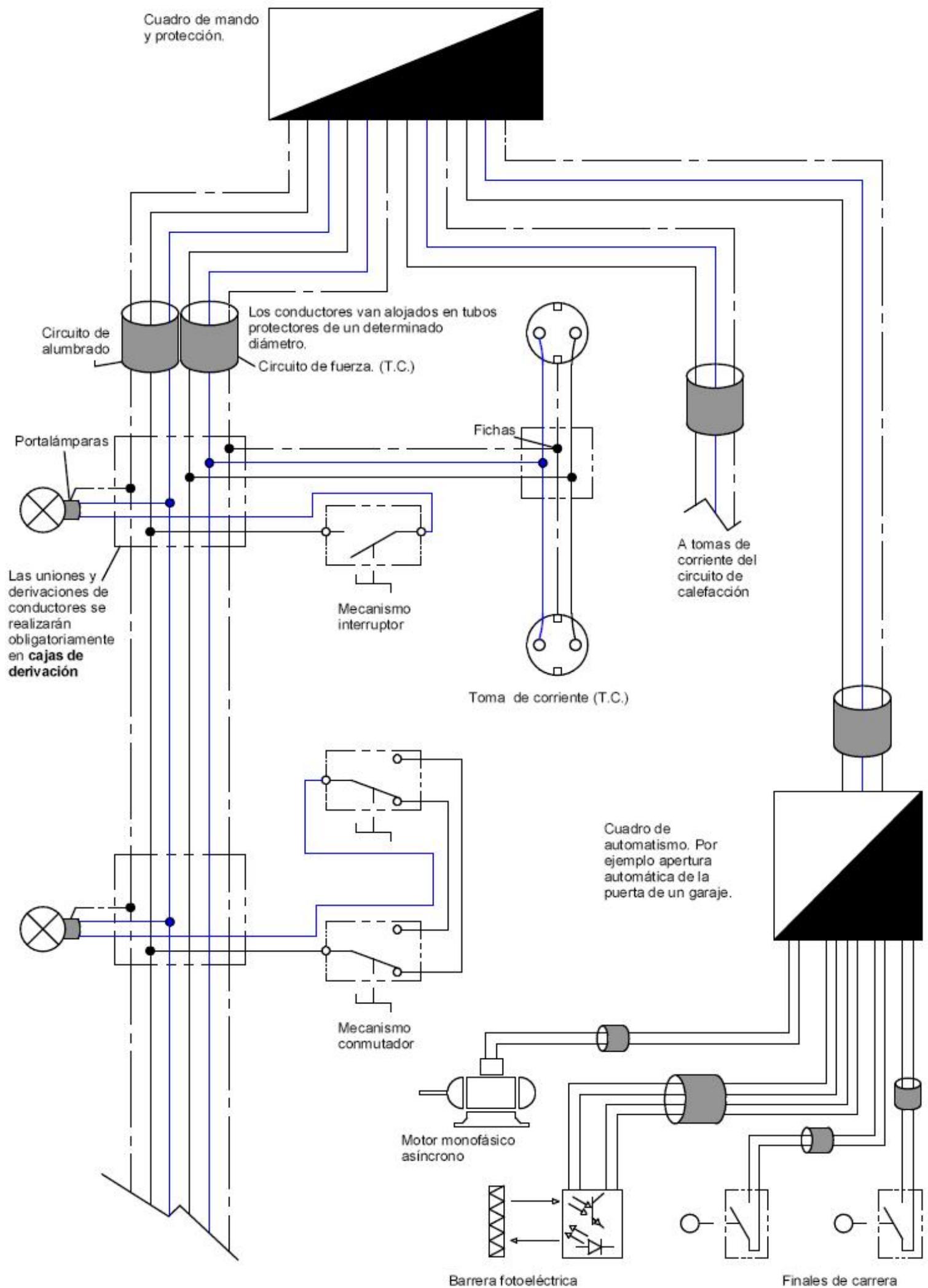
Una intensidad circulando inmersa en un campo magnético, hace que se produzca una fuerza (física) sobre el conductor por el que circula dicha corriente, con un sentido determinado. El sentido de la intensidad lo vimos en la lámina anterior. Los campos magnéticos individuales de cada conductor (debidos a que por ellos circula corriente) se componen con el campo magnético inductor de la siguiente forma.



Suministros eléctricos a viviendas, y a industrias o locales comerciales.



Comparación entre la circuitos tipo y cuadros eléctricos de automatismo.



Funciones de los cuadros eléctricos de automatismo.

Un cuadro eléctrico de automatismo tiene que cumplir las siguientes funciones básicas.

SECCIONAMIENTO. Separar el cuadro de la alimentación para trabajar con condiciones de seguridad.

PROTECCION. Dispositivos que desconectan el cuadro en cuanto se dan situaciones de defecto, así como otras protecciones contra incidencias.

CONMUTACION. La conexión y desconexión de los distintos accionadores (contactores).

REGULACION. Variar la velocidad de los motores para conseguir optimizar procesos. (Se explicara al finalizar los siguientes capítulos por motivos pedagógicos)

Seccionamiento.

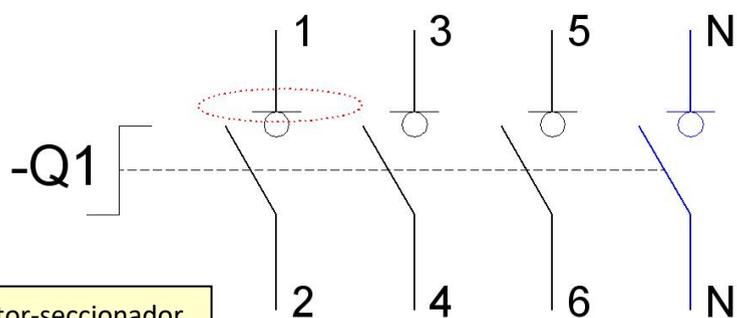
Un aparato es **apto para el seccionamiento** cuando le garantiza al operador que en la posición abierto todos los polos están correctamente aislados. Para que dicho aparato tenga aptitud para el seccionamiento el símbolo del elemento de que se trate debe llevar a mayores el añadido indicado en el dibujo en la elipse roja.

Los aparatos utilizados para el seccionamiento son los siguientes.

Seccionadores. No tienen poder de corte, es decir, solo sirven para abrir o cerrar el circuito cuando éste está en vacío, sin carga.

Interruptores-seccionadores. Pueden abrir y cerrar el circuito con una determinada carga y además en la posición de abierto satisface las condiciones especificadas para un seccionador.

Interruptores automáticos. Aquellos que satisfacen las condiciones de un interruptor-seccionador y pueden interrumpir un cortocircuito.



Interruptor-seccionador

El seccionamiento se puede completar con una medida de protección adicional, el enclavamiento., un dispositivo de condenación en posición abierta que impide que la instalación se vuelva a poner en tensión de forma imprevista, garantizando así la seguridad de las personas y los equipos.



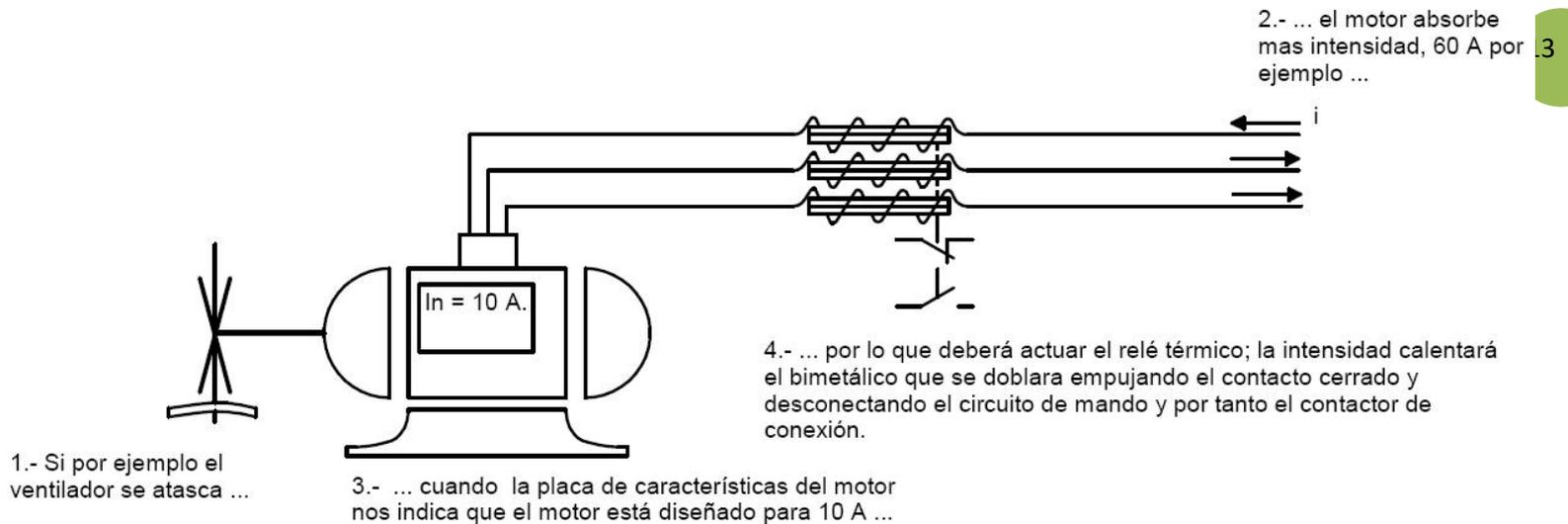
Guardamotor con candado

Funciones de los cuadros eléctricos de automatismo. Protección.

Cualquier instalación debe estar protegida contra los siguientes defectos que se pueden producir en ella.

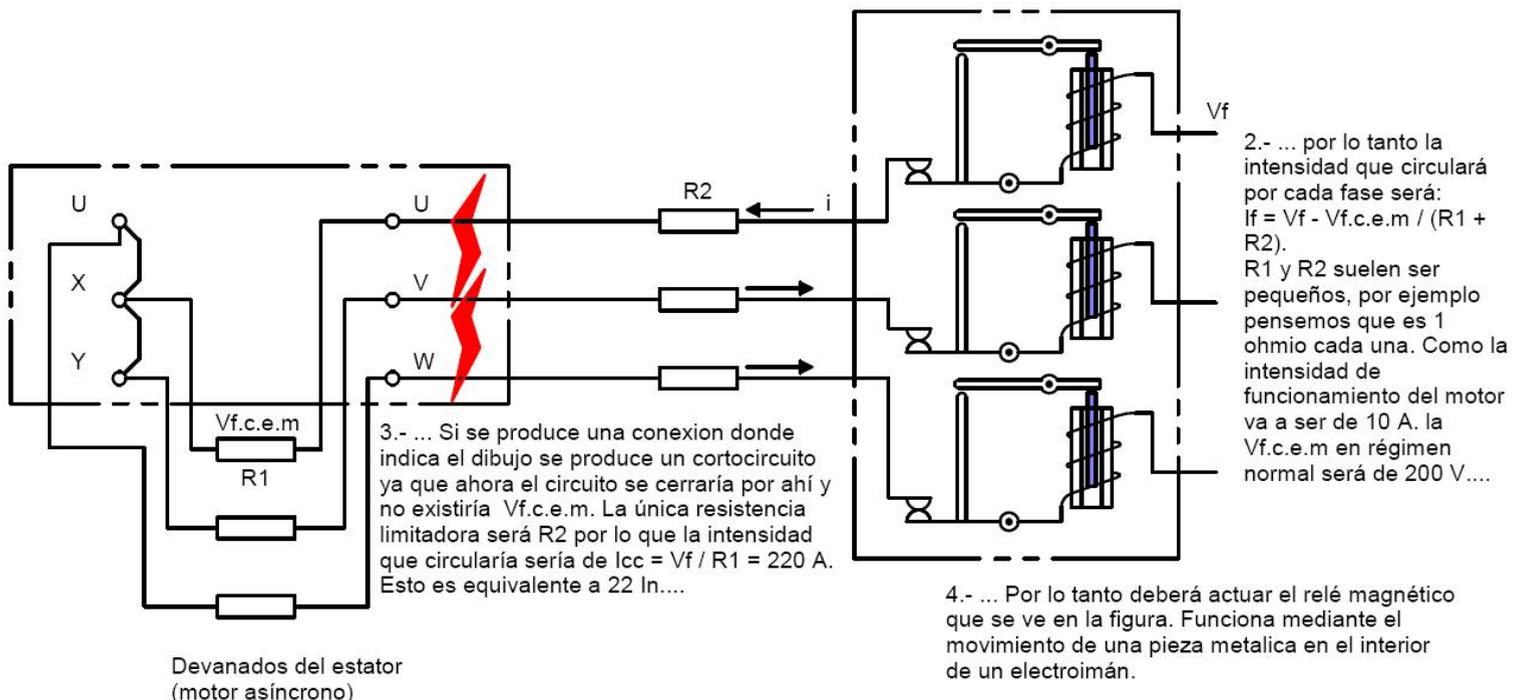
Sobreintensidades; que a su vez se dividen en:

Sobrecargas: En este caso tenemos que la intensidad que circula por el circuito es relativamente mayor que la I_n debido sobre todo a causas mecánicas o externas a dicho circuito. Por ejemplo, un motor eléctrico y su circuito de alimentación están diseñados para funcionar en régimen normal con una determinada intensidad., en otras palabras, cuando el motor este accionando algún elemento a plena potencia circulara por el circuito la I_n . Si por alguna causa el eje del motor se traba y se para el motor absorberá una intensidad mucho mayor que la nominal (el motor sigue intentando empujar el eje por todos los medios). Esta intensidad superior a la normal (hasta $7 I_n$) puede estropear el motor si no se corta en un tiempo determinado. La función de protección contra sobrecargas la realizan sobre todo los relés térmicos en cuadros con motores.



Un **bimetálico** son dos metales de distinto coeficiente de dilatación que están unidos, al calentarse y dilatar no lo harán de forma lineal sino que se curvaran.

Cortocircuitos: En este caso se tiene que la intensidad que circula por el circuito es mucho mayor que la I_n debido sobre todo a una caída de la resistencia del circuito. Por ejemplo en el caso del motor anterior si en la caja de bornes se introduce agua salada (que es conductora) se puentean los tres conductores haciendo que la resistencia total del circuito sea la de los conductores (que es muy pequeña) y produciéndose por tanto grandes intensidades (hasta $12 I_n$). La función de protección contra sobrecargas la realizan los interruptores automáticos con característica magnética o los fusibles.

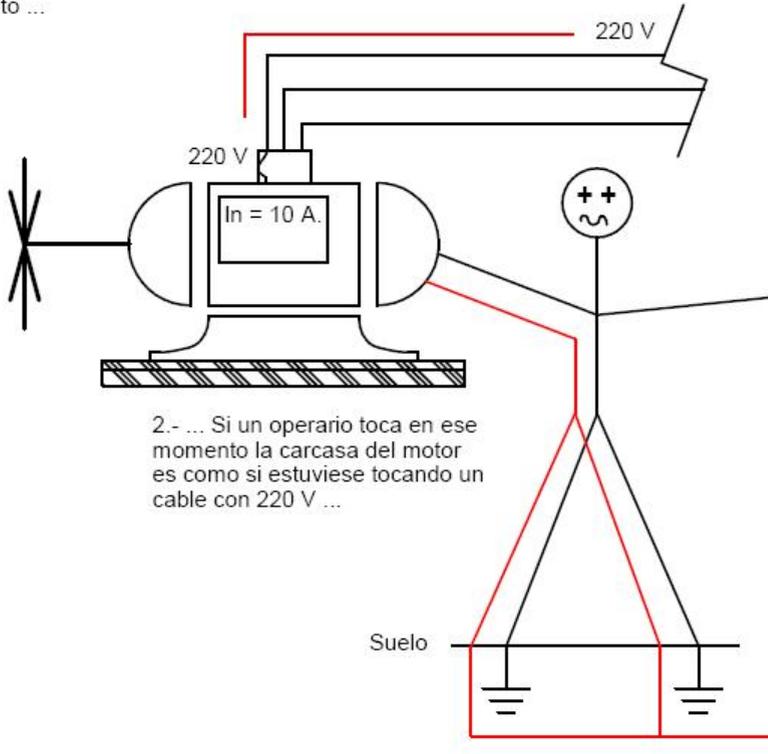


1.- Por el efecto motor - generador en el interior de los devanados del motor se produce una tensión ($V_{f.c.e.m.}$) que se opone a la tensión de fase cuando el motor gira ...

Defectos a tierra.

Protección diferencial en redes TT (protección contra contactos indirectos).

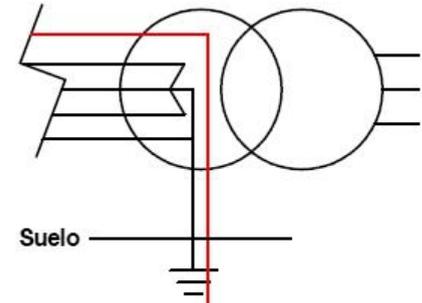
1.- Si por alguna causa un conductor en tensión toca la carcasa del motor (que es metálica) ésta queda a la tensión del conductor en ese punto ...



2.- ... Si un operario toca en ese momento la carcasa del motor es como si estuviese tocando un cable con 220 V ...

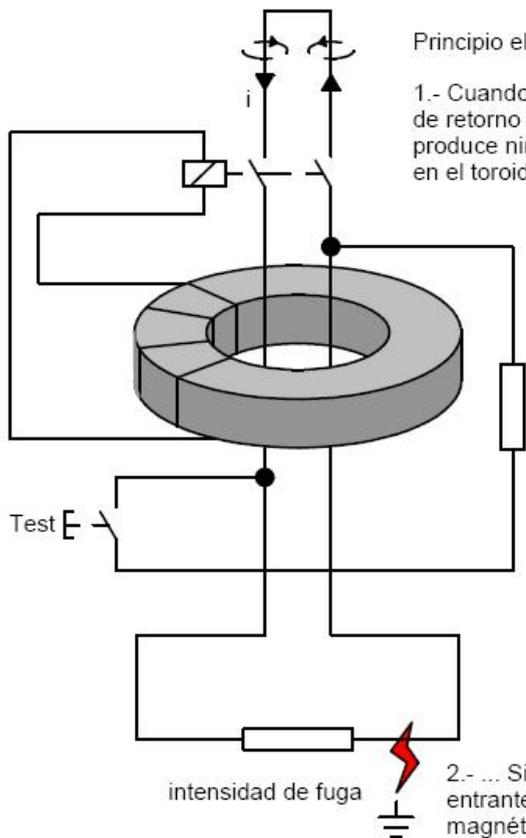
3.- ... Como está tocando el suelo cerrará un circuito que tiene el retorno por tierra hasta la puesta a tierra del transformador, con lo que circulará una corriente por el cuerpo del operario (recordemos que para que circule corriente el circuito debe ser cerrado). El valor de la intensidad dependerá de la resistencia del defecto, de la resistencia del operario y de la resistencia de contacto del operario con el suelo...

Transformador de distribución.



Las redes publicas españolas tienen el lado de bajo conectado a tierra.

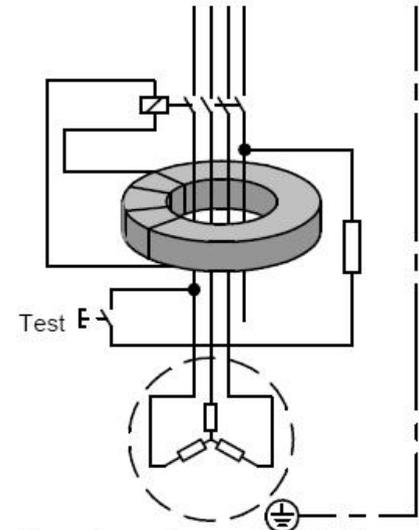
4.- ... Hay que tener en cuenta que a partir de 30 mA las corrientes que circulan por el cuerpo pueden ser peligrosas por lo que habrá que cortarlas. El aparato encargado de hacerlo es el **interruptor diferencial**.



Principio el interruptor diferencial:

1.- Cuando las corrientes de fase y de retorno son iguales no se produce ningún campo magnético en el toroidal ...

2.- ... Si por alguna causa se produce una derivación a tierra la corriente entrante no será igual a la saliente. Se producirá por tanto un campo magnético en el toroidal que inducirá una corriente que a su vez activará la bobina que abrirá el circuito.



3.- ... Para el caso de una alimentación trifásica ocurre lo mismo; pasaremos los tres conductores de fase más el neutro para el caso de cargas desequilibradas.

Para intensidades superiores a los 63 A, los diferenciales suelen utilizarse de forma indirecta., es decir, la señal se obtiene de un toroidal (transformador) y es utilizada para accionar un contacto conmutado, encargado de accionar una bobina de emisión o de mínima tensión del magnetotérmico de línea.

Subtensiones: Son tensiones por debajo del nivel nominal. Pueden producir paradas de la maquinaria que este funcionando. Un ejemplo de subtensión es cuando se marcha la luz en una planta por causas externas.

Son peligrosas porque si no diseñamos bien el automatismo podrían producir **arranques intempestivos**. Se utilizan sobretodo para prevenir dichos arranques **pulsadores con realimentación** o **bobinas de mínima tensión**.

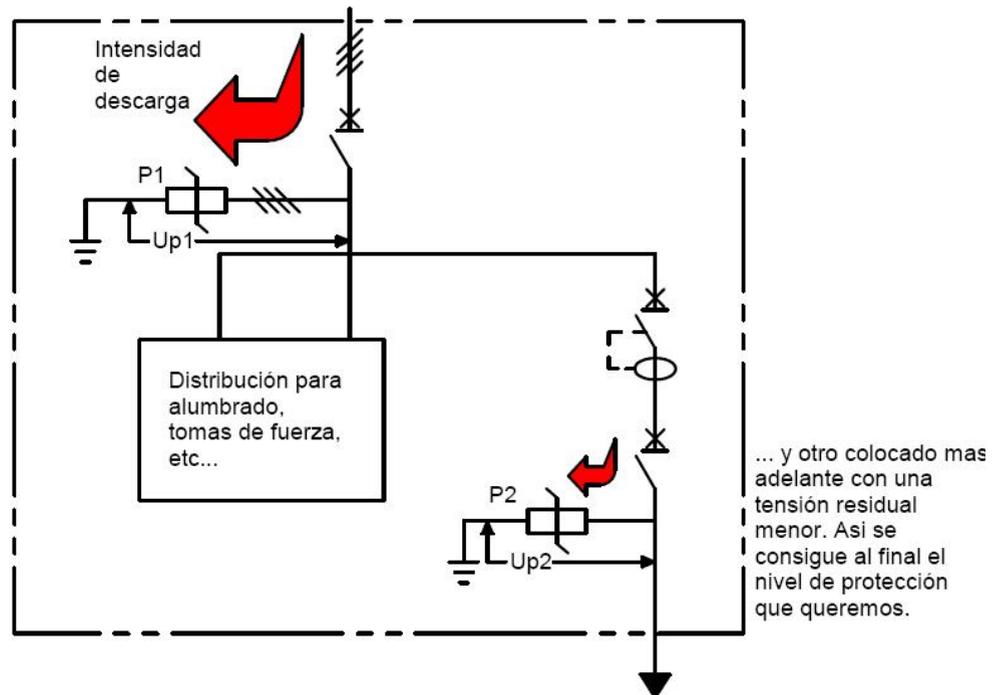
En el caso de equipos informáticos y elementos electrónicos sensibles que no pueden dejar de funcionar se utilizan SAI's (Sistemas de Alimentación Ininterrumpida). Cuando cae la alimentación a un ordenador entra en funcionamiento suministrando potencia eléctrica durante un tiempo determinado (por ejemplo 5 minutos) dando tiempo a guardar los trabajos en curso y cerrar correctamente los programas.

Sobretensiones: Son tensiones que están por encima del valor nominal. Sus efectos si son muy altas son quemar los cables y equipos (maquinas herramienta con electrónica, variadores de frecuencia, equipos de instrumentación, etc...)

La principal causa de producción de sobretensiones son las caídas de rayos. Para realizar una correcta protección debemos dotar nuestra estructura de dos sistemas de protección: protección externa contra impactos directos de rayo (**pararrayos**) y protección interna contra sobretensiones provocadas por la caída de rayo en cualquier tendido de cable (**limitadores de tensión**).

Tanto el sistema de protección externo como interno estarán apoyados por un buen **sistema de toma de tierra** para la evacuación de las corrientes del rayo, así como una adecuada **equipotencialidad** entre todos los sistemas de tierra, tanto de los sistemas de protección como de los circuitos eléctricos y telefónicos del espacio a proteger.

1.-Los **derivadores de tensión** funcionan de la siguiente manera: al aumentar la tensión bajan su resistencia por lo que le ofrecen un camino mas facil de seguir a la corriente de descarga de la sobretensión. Al final siempre va a quedar una tensión residual entre tierra y la red debida a la resistencia interna del derivador. (Up) Cuanto mayor es la intensidad de descarga mayor es dicha tensión residual. Se realiza una **coordinación de protecciones** entre uno de cabecera ...



P1 = Protector de cabecera de $I_{m\acute{a}x} > 40$ kA.
P2 = Protector para líneas con equipos electrónicos sensible que en coordinación con P1 deja un valor de $U_p < 1$ kV.

A automatismo con PLC.
Nivel de protección (U_p) = 1kV.

Condiciones ambientales: Polvo, gotas de agua, humedades, etc... En este caso los equipos (cofres eléctricos, pulsadores, sensores, etc...) deberán tener un IP (Índice de Protección) mecánico de acuerdo a las características del local donde se van a instalar. La tabla siguiente da los valores del IP según la tipología del local de instalación.

Por ultimo si algún elemento del cuadro (o la envolvente del cuadro), tuviese que estar en un recinto clasificado como **con peligro de incendio o explosión** tendría que estar homologado para ello y seguir las indicaciones de la MIEBT – 029 del REBT.

Grado IK	Ensayos	Energía en Julios
IK 00		0
IK 01		0,15
IK 02		0,2
IK 03		0,35
IK 04		0,5
IK 05		0,7
IK 06		1
IK 07		2
IK 08		5
IK 09		10
IK 10		20

2ª cifra: protección contra los cuerpos líquidos	
IP	Tests
0	Sin protección
1	Protegido contra caída vertical de gotas de agua (condensación)
2	Protegido contra caída de gotas de agua hasta 15° respecto a la vertical
3	Protegido contra el agua de lluvia hasta 60° respecto a la vertical
4	Protegido contra proyecciones de agua procedentes de cualquier dirección
5	Protegido contra chorros de agua de manguera procedentes de cualquier dirección
6	Totalmente protegido contra proyecciones de agua asimilables a golpes de mar
7	Protegido contra efectos de inmersión
8	Protegido contra efectos de inmersión prolongada en condiciones específicas

1ª cifra: protección contra los cuerpos sólidos	
IP	Tests
0	Sin protección
1	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 50 mm
2	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 12,5 mm
3	Protegido contra cuerpos sólidos de más de 2,5 mm (herramientas, tornillos)
4	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 1 mm (herramientas finas, cables pequeños)
5	Protegido contra el polvo (sin depósitos perjudiciales)
6	Totalmente protegido contra el polvo

Elección del IP en función del local.

Locales de uso específico					
Locales domésticos y similares					
Baños (ver salas de agua)					
Cavas/bodegas	211/215				
Cocinas	211*				
Cuartos de aseo	211				
Duchas (ver salas de agua)					
Galerías cubiertas	211				
Graneros, buhardillas	201				
Habitaciones	201				
Jardines	241/251				
Lavanderías	241/245				
Pacios	241/251				
Retretes	211				
Roperos, salas de plancha	211				
Salas de agua:					
- volumen envolvente	271*				
- volumen de protección	231*				
- otros emplazamientos	211*				
Salas de basuras	231				
Salas de estar	201				
Secaderos	211				
Sótanos	211				
Terrazas cubiertas	211				
Locales técnicos					
Acumuladores (salas de)	331/335*				
Cámaras frigoríficas	331/335				
Garages (sirviendo exclusivamente para estacionamiento) de superficie no superior a 100 m ²	215				
Laboratorios	211/315				
Lavaderos de acondicionamientos	245				
Salas de mando	201				
Salas de máquinas	315/317				
Servicio electrónico	205				
Sobrealimentadores de agua	235/237				
Talleres	215/237				
Salas de calderas y locales anexos					
Almacenamiento de escoria	507				
Local de bombas	235/237				
Local de expansión de gas	205/207				
Local de tanque de expansión	211				
Lugares de almacenamiento de combustibles:					
- carbón	507				
- fuel	205/207				
- gas líquido	201/207				
sala de calderas:					
- de carbón	215/217				
- de otros combustibles	215/217				
Subestación de vapor o de agua caliente	235/237				
Garajes de superficie superior a 100 m²*					
Áreas de estacionamiento	215/211				
Local de recambio de baterías:					
- de tracción	235				
- otras baterías	235				
Zonas de engrasado	237				
Zonas de lavado	255				
Zonas de seguridad:					
- interior	245				
- exterior	237				
Talleres	207				
Locales sanitarios de uso colectivo					
Lavabos colectivos	235				
Salas de duchas colectivas	255*				
Salas de duchas con cabinas individuales	235*				
Salas de lavabos individuales	215				
Salas de WC de cubeta (inglesa)	215				
Salas de WC de cubeta (turca)	235				
Uninarios	215				
Edificios de uso colectivo					
Bibliotecas, salas de archivo	201				
Centros de vacaciones y de esparcimiento	215				
Establecimientos de enseñanza excepto sus laboratorios	205/215				
Grandes cocinas	355*				
Habitaciones colectivas y dormitorios	205				
Locales de acuartelamiento	215				
Salas con centrales telefónicas	205				
Salas de baile	205				
Salas de clasificación	205				
Salas de consulta para uso médico sin equipos específicos	205				
Salas de deporte	215/217				
Salas de demostración y exposición	205				
Salas de dibujo	201				
Salas de espera	205				
Salas de mecanografía, de máquinas estadísticas, contables	201				
Salas de restaurantes y cantinas	215				
Salas de reuniones	205				
Salas de taquillas	205				
Locales en las explotaciones agrícolas					
Abonos (depósito de)	505				
Alcohol (almacén)	205				
Apriscos (cerrados)	245				
Bodegas (vino)	235				
Cavas de destilación	235				
Cria de aves	245/255				
Cuadras establos	455				
Estercoleros	245				
Gallineros	445				
Graneros	505				
Heniles	505				
Invernaderos	235				
Lavanderías	245				
Lefleras	305				
Ordeño (sala de)	255				
Paja (depósitos de)	505				
Paños	255				
Pienso (depósitos de)	505				
Porquerías	245				
Tinas	235				
Trilla de cereales	505				
Instalaciones diversas					
Astilleros	357*				
Calles, patios, jardines y otros					
Emplazamientos exteriores	345/355				
Establecimientos de feria	335				
Piscinas:					
- volumen de protección	351*				
- circulación y lugares de paso	341*				
Terrenos de camping	345*				
Saunas	341				
Establecimientos industriales					
Abonos (fabricación y depósitos)	535				
Aceites (extracción)	315				
Ácidos (fabricación y depósitos)	335				
Acumuladores (fabricación)	355				
Alcohol (fabricación y depósitos)	335				
Alquitrán (tratamiento)	335				
Aluminio (fabricación y depósitos)	537				
Animales (cria y venta)	245				
Aserraderos	507				
Asfalto, betún (depósitos)	535				
Azucareras	555*				
Azufre (tratamiento)	515*				
Barniz (fabricación)	337				
Basuras (tratamiento)	535/545*				
Bañido cardado de lanas	507				
Braserías	245*				
Cal (hornos de)	507				
Calderería	307				
Carbón (depósitos)	537*				
Carburos (fabricación y depósitos)	515				
Carnicerías	245/255*				
Carpinterías	507				
Cartones	335				
Caucho (trabajo, transformación)	545				
Celulosa	347				
Cerrajerías	307				
Cervecerías	245				
Charcutería	245/255*				
Cloro (fabricación y depósitos)	335				
Cobre (tratamiento de minerales)	317				
Colas (fabricación)	335				
Combustibles líquidos (depósitos)	317/337				
Comercios de granos	505				
Crisalerías	337				
Cromado	335				
Cuero (fabricación y depósitos)	317				
Desoxidación	547				
Destilerías	335				
Detergentes (fabricación)	535				
Electrólisis	237				
Explosivos (fabricación y depósitos)	557				
Fábrica de cartuchos	537				
Fábricas de cemento	507				
Fábricas de coque	537				
Fábricas de ladrillos	537/547				
Frigoríficos	335				
Gas (fabricación y depósitos)	317				
Grabado sobre metales	335				
Hidrocarburos (fabricación)	337/347				
Hierro (fabricación y tratamiento)	517				
Hilaturas	505				
Imprentas	207				
Jabones (fabricación)	315				
Lavanderías	235/245/255				
Lecherías	255*				
Licores	215				
Líquidos halógenos	217				
Líquidos inflamables (empleo)	217				
Maderas (trabajo de)	507				
Magnesio (fabricación y depósitos)	317				
Máquinas (salas de)	207				
Mataderos	555				
Materias plásticas (fabricación)	517*				
Metales (tratamiento)	317/337				
Motores térmicos (ensayos de)	307				
Munición (depósitos)	337				
Niquel (tratamiento minerales)	337				
Panaderías	505*				
Papel (fabricación)	336/345				
Papel (depósitos)	315				
Pasta de papel (preparación)	345				
Perfumes (fabricación y depósitos)	315				
Piel (vareo)	505				
Pinturas (fabricación y depósitos)	335				
Pocilgas	255				
Pólvora (fabricación)	557*				
Productos químicos (fabricación)	507*				
Queserías	255*				
Refinerías	345				
Sedas y fibras (preparación)	507*				
Teles (fabricación)	517				
Tinta (fabricación)	315				
Tintorerías	335				
Yeso (tritadura, depósitos)	505				
Zinc (tratamiento)	317				
Locales públicos					
Bancos	201				
Bibliotecas, salas de documentación	201				
Casas de colonias	201				
Centros comerciales, almacenes de venta	207				
Establecimientos sanitarios	201				
Estructuras inflables	447				
Hoteles y pensiones	201				
Locales deportivos cubiertos	215/217				
Locales de culto	201				
Museos	201				
Restaurantes y venta de bebidas	201				
Salas de audición, de conferencias, de reuniones, de espectáculos o de usos múltiples:					
- salas	201/205				
- escenarios	207				
- salas de proyección	201				
- locales anexos	207				
Salas de danza	205				
Salas de exposición:					
- salas	205				
- recepción, embalaje, reservados	207				
Salas de juego	205				
Tiendas de campaña	447				
Locales comerciales					
Accesorios automoción	207				
Armerías	317/337				
Cafetería	211*				
Carnicería:					
- tienda	245*				
- cámara frigorífica	235*				
Cerrajería	205/207				
Charcutería	245*				
Confitería	201*				
Droguería	335				
Ebanistería	335				
Espejería	205				
Establecimientos de transportes	207				
Farmacia	201				
Floristería	241				
Fotografía	231				
Frutería	245				
Galería de arte	205				
Librería	201				
Licorería	235				
Muebles	205				
Panadería	505/605				
Papelería	201				
Papeles pintados	215				
Pastelería	505/605				
Peletería	201				
Perfumería	311				
Pescadería	255*				
Quesería	241*				
Quincallería	205				
Tapicería	505/605				
Tintorería	245				
Zapatería	201				

Características de la aparatenta de protección a utilizar.

Fusibles

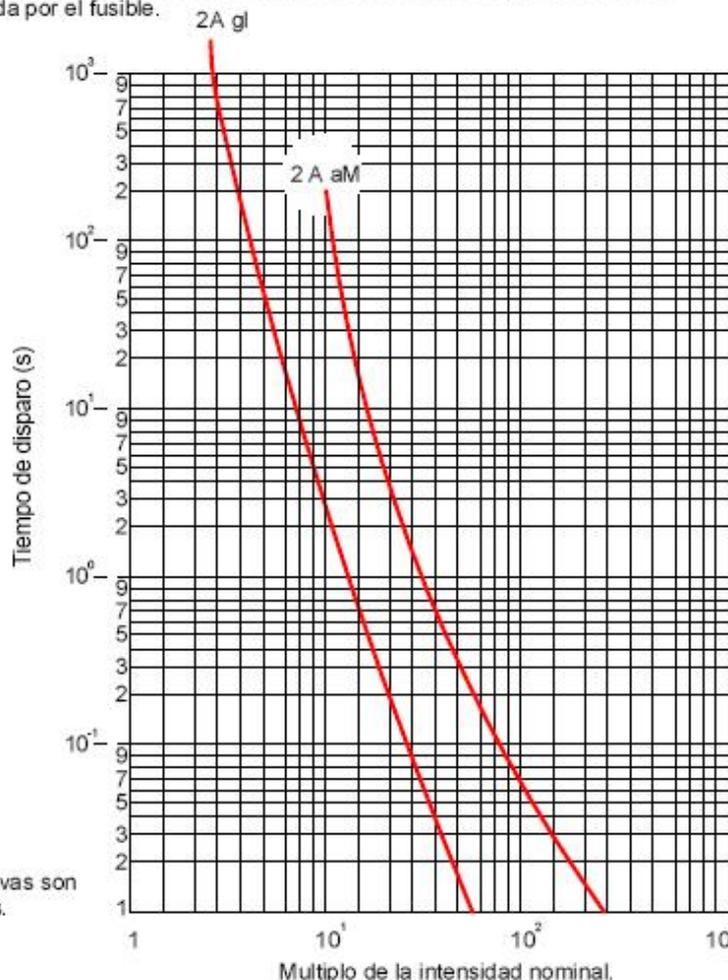


La intensidad nominal del fusible es la intensidad normal de funcionamiento para la cual el fusible ha sido proyectado. Para dicha intensidad el fusible no se fundirá. El poder de corte es la intensidad máxima de cortocircuito capaz de poder ser interrumpida por el fusible.

Los cortacircuitos fusibles se basan en la fusión por efecto Joule (producción de calor debido al paso de una corriente eléctrica) de un hilo o lámina intercalada en la línea como punto débil. Fundamentalmente encontraremos dos tipos de fusibles en las instalaciones de baja tensión:

Tipo gI (fusibles de empleo general en líneas de distribución) Tienen una respuesta lenta frente a sobrecargas y rápida frente a cortocircuitos.

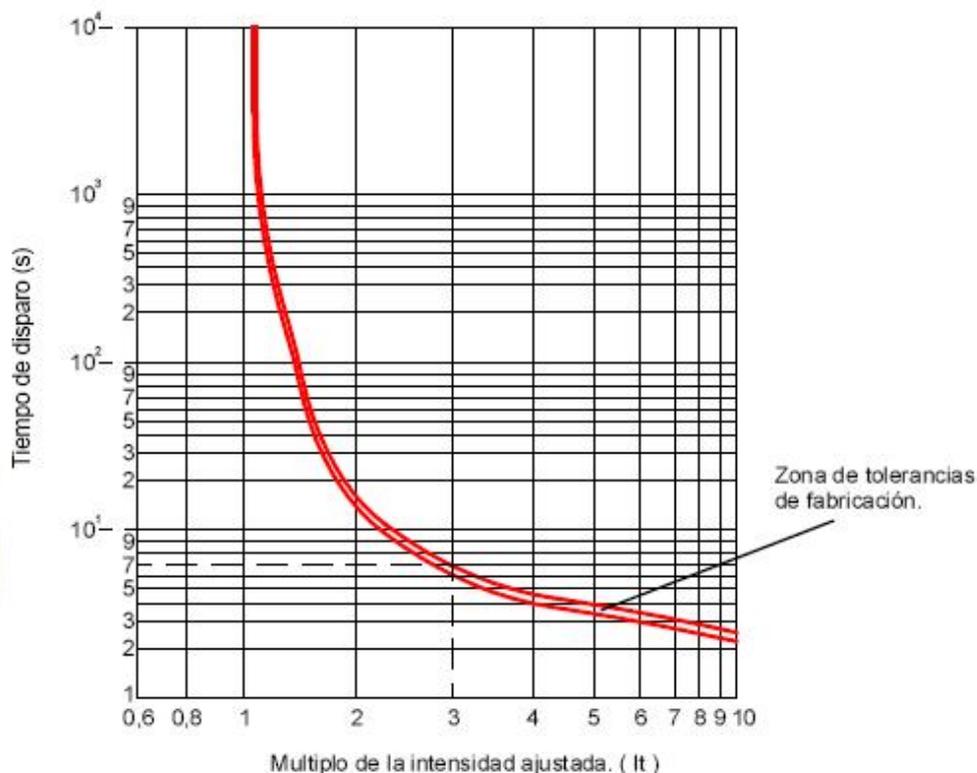
Tipo aM (fusibles de acompañamiento de Motor) Tienen una respuesta extremadamente lenta frente a sobrecargas y rápida frente a cortocircuitos. Las intensidades de hasta 10 In deben ser desconectadas por los aparatos de protección propios del motor (por ejemplo un relé termico), mientras que las intensidades superiores deberán ser interrumpidas por dichos fusibles.



NOTA: La independencia de actuación de los fusibles en una línea trifásica supone un serio problema si estamos utilizando motores ya que con la fusión de uno de ellos se deja la línea a dos fases, con los inconvenientes que ello conlleva.

Relé térmico.

Curva característica a tiempo inverso de un relé térmico. (A mayor intensidad de defecto mas rápido actúa el relé)

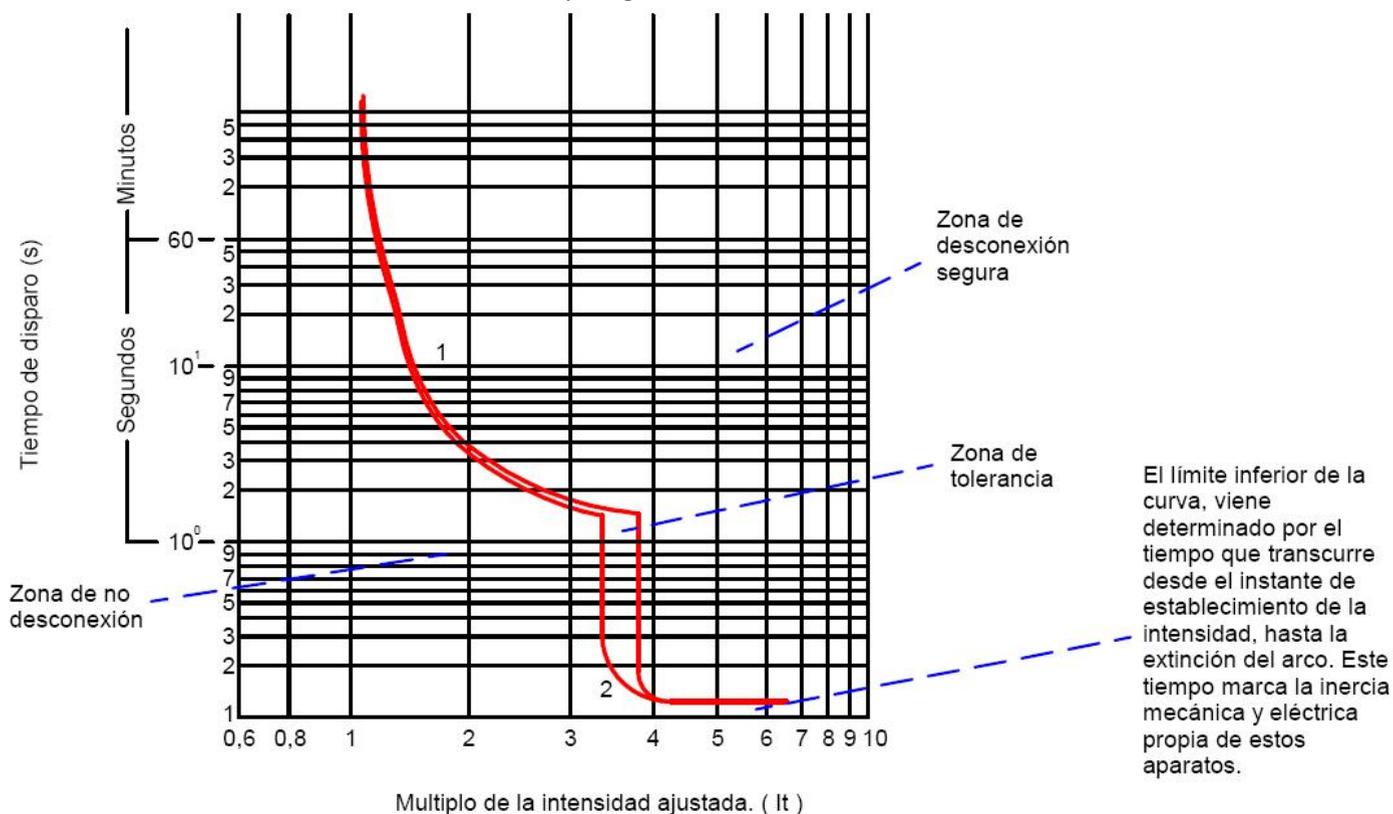


Imaginemos que la intensidad que ajustamos es 1 x In, en un motor de 10 A. Para la intensidad de 10 A el relé no desconectaría nunca. Para una intensidad de 30 A (3 x It) el relé desconectaría en 7 segundos.

Interruptores automáticos magnetotérmicos.

Interruptores automáticos para motores (guardamotores, disyuntores).

Tienen 3 modos de desconexión, **manual**, **térmico** y **magnético**.



Curva compuesta de un interruptor magnetotérmico con una parte a tiempo inverso 1 (para protección contra sobrecargas) y otra de disparo instantáneo 2 (para protección contra cortocircuitos).



Interruptor automático para circuitos de distribución



Guardamotor

Se les pueden acoplar contactos auxiliares por ejemplo para señalización así como elementos para la **desconexión a distancia**, tales como bobinas de emisión que funcionan con un impulso de tensión o bobinas de mínima tensión que funcionan cuando la tensión cae por debajo de un valor determinado.

Según sean los límites que posea la curva característica de un magnetotérmico, así será su comportamiento, debiendo adaptar en cada caso el aparato correspondiente a las peculiaridades del circuito que se pretenda proteger.

Curva tipo	Disparo térmico	Disparo magnético	Aplicaciones.
B	Entre 1,1 In y 1,4 In	Entre 3 In y 5 In	Para instalaciones de líneas y generadores.
C	Entre 1,13 y 1,45 In	Entre 5 ó 7 y 10 In (según el tipo de aparato)	Protección de receptores con puntas en servicio de cierta consideración
D	Entre 1,1 y 1,4 In	Entre 10 y 14 In	Para receptores con fuertes puntas de arranque
MA		A partir de 12 In	Para protección de motores con acompañamiento de un dispositivo de protección contra sobrecargas
UNESA	Entre 1,13 y 1,45 In	Entre 3, y 8,9 In	Para interruptores I.C.P.

Interruptor diferencial.



Interruptor diferencial trifásico para protección contra contactos indirectos de 30 mA de sensibilidad.

El principio de la protección por intensidad de defecto se basa en que el interruptor diferencial desconecta el circuito defectuoso cuando una intensidad a tierra sobrepasa el valor de la intensidad diferencial.

La resistencia de tierra debe cumplir la relación:

$$R_E \leq U_B / I_{\Delta N}$$

Donde:

R_E = Resistencia a tierra de las masas.

U_B = Tensión de contacto máxima admisible.

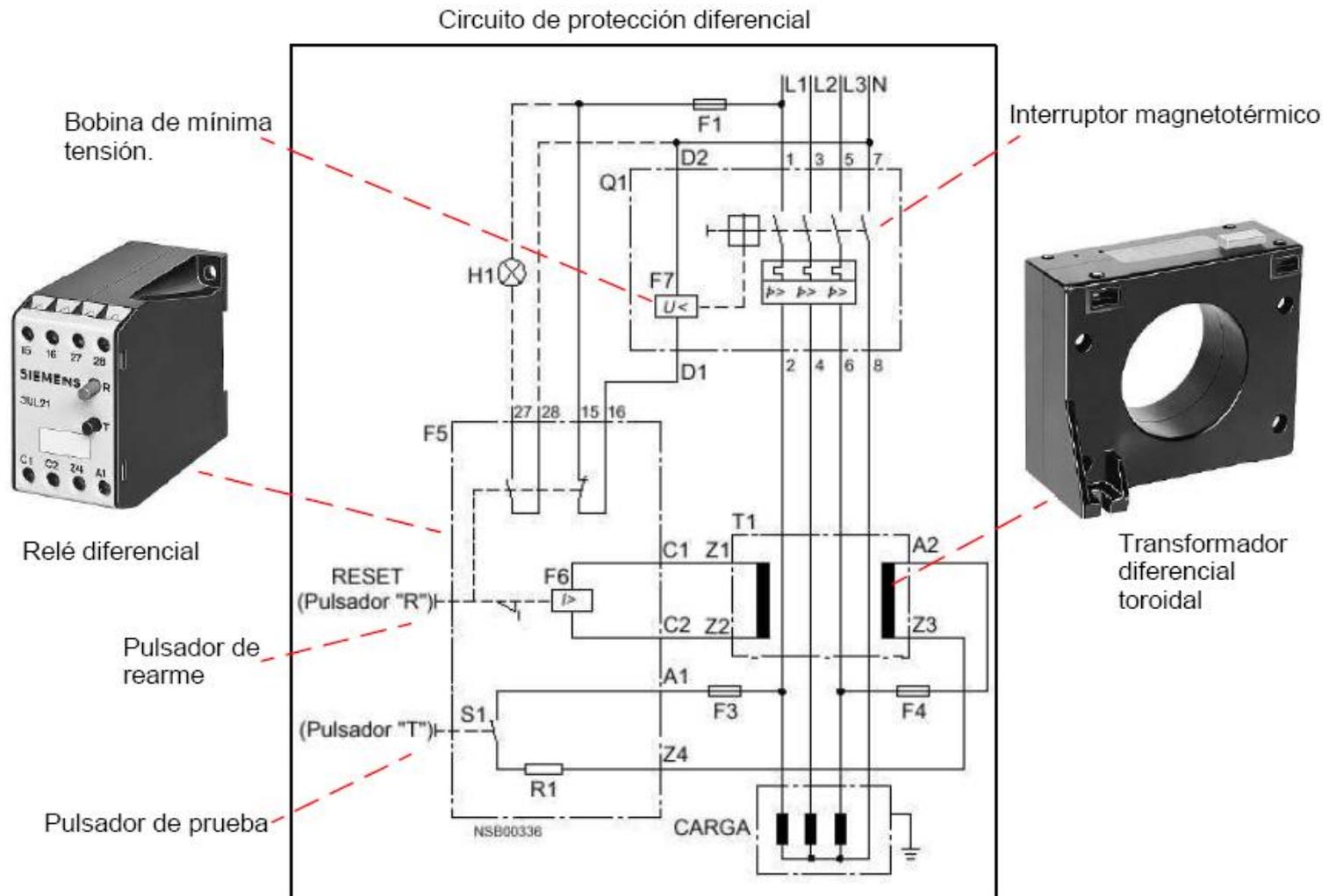
50 V para locales secos.
24 V para locales mojados.

$I_{\Delta N}$ = Sensibilidad.

Normalmente, los interruptores diferenciales tienen una característica de desconexión instantánea. Para conseguir la **selectividad** cuando se conectan interruptores diferenciales en serie, el interruptor antepuesto tiene que tener un retardo en la desconexión en el circuito secundario del transformador diferencial, comparado con los interruptores con disparo instantáneo.

Dispositivos de protección diferencial industriales.

Para intensidades mayores de 63 A los diferenciales suelen utilizarse de forma indirecta, es decir, la señal obtenida de un toroidal es utilizada para accionar un contacto conmutado encargado de accionar la bobina de emisión o la de mínima tensión del magnetotérmico de línea. En este caso no pero hay algunos modelos que permiten ajustar por medio de potenciómetros la sensibilidad y el tiempo de retardo de la desconexión del diferencial.

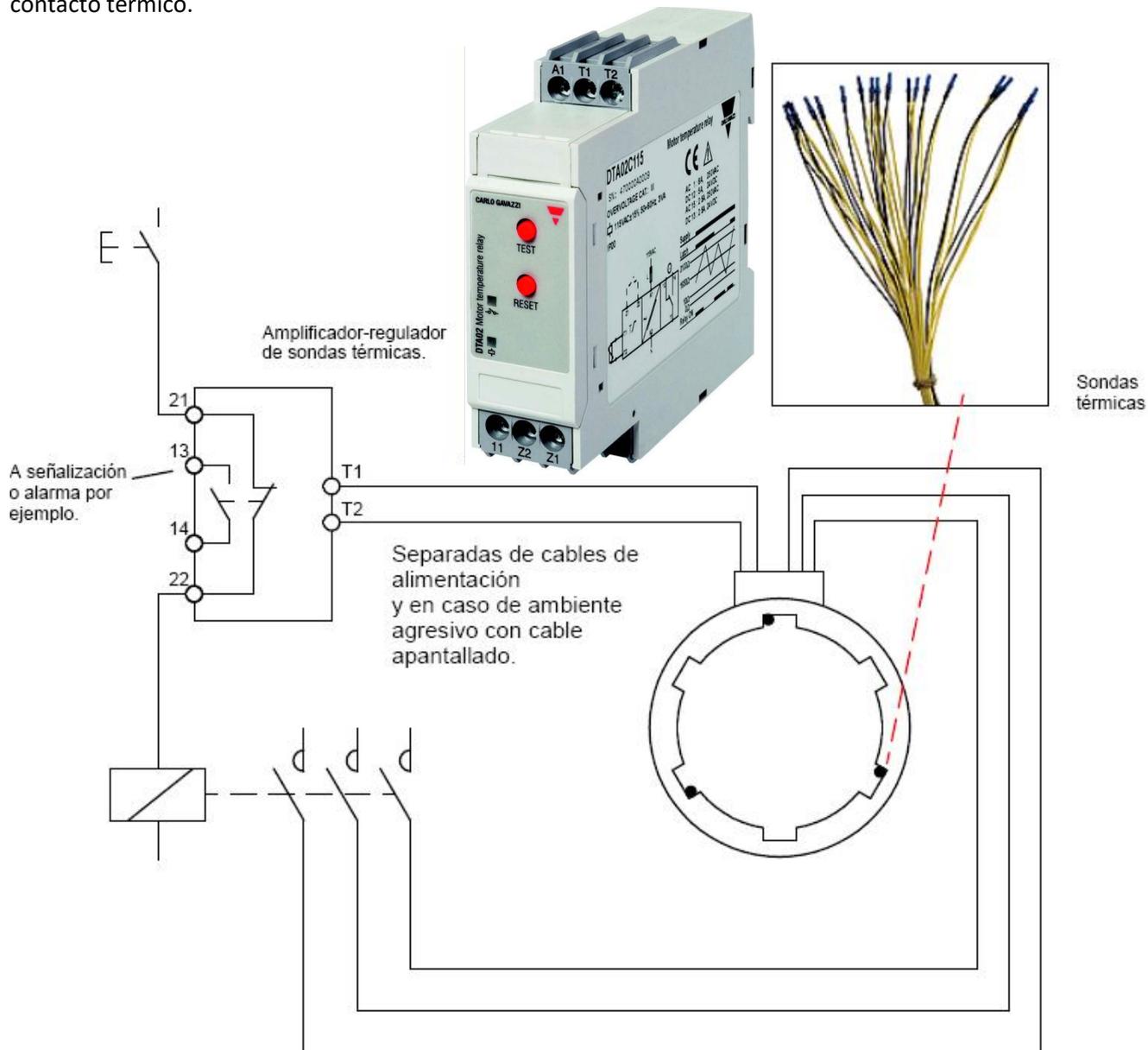


Protección con sondas térmicas.

La protección con sondas térmicas constituye un magnífico sistema de protección contra las sobrecargas térmicas suaves y prolongadas. La sonda es como un termómetro que mide de forma directa la temperatura del arrollamiento del motor, acusando también la influencia de otros factores externos tales como una temperatura ambiente excesiva o una refrigeración insuficiente.

Aunque hay de varios tipos, las más utilizadas son las de coeficiente de temperatura positivo (PTC) o termistancias, las cuales se caracterizan porque hay un aumento brusco de su resistencia cuando la temperatura llega a un valor determinado, llamado temperatura nominal de funcionamiento. Para este valor, la termistancia, conectada a un relé electrónico especializado, provoca el disparo del contactor de maniobra.

Como las sondas miden exclusivamente la temperatura del punto en que hacen contacto, es necesario colocarlas en los puntos más críticos del arrollamiento del motor, generalmente en el fondo de las ranuras o en las cabezas de bobina del lado de salida del aire. Esto obliga a efectuar su montaje de forma cuidadosa durante la fase de bobinado del motor para asegurar un buen contacto térmico.



Aparte de los problemas que conlleva la colocación de la sonda hay otro factor que condiciona decisivamente este sistema de protección. A pesar de su pequeña masa (como una cabeza de cerilla), la sonda reacciona con un cierto retardo definido por su constante de tiempo térmica, que en la práctica suele ser del orden de 8 a 10 segundos. Esta inercia térmica, normalmente olvidada, es un factor muy importante a tener en cuenta sobre todo en casos de sobrecargas bruscas o bloqueo del motor.

Como las sondas térmicas solo pueden detectar calentamientos con un cierto retardo, no suministran una protección rápida, como sería de desear, en los casos contra fallos de fase, bloqueo del motor, cortocircuito entre fases y defectos o derivaciones con respecto a tierra. Tampoco las sondas térmicas protegen a los conductores de alimentación por lo que su empleo solo es aconsejable en combinación con otros sistemas de protección.

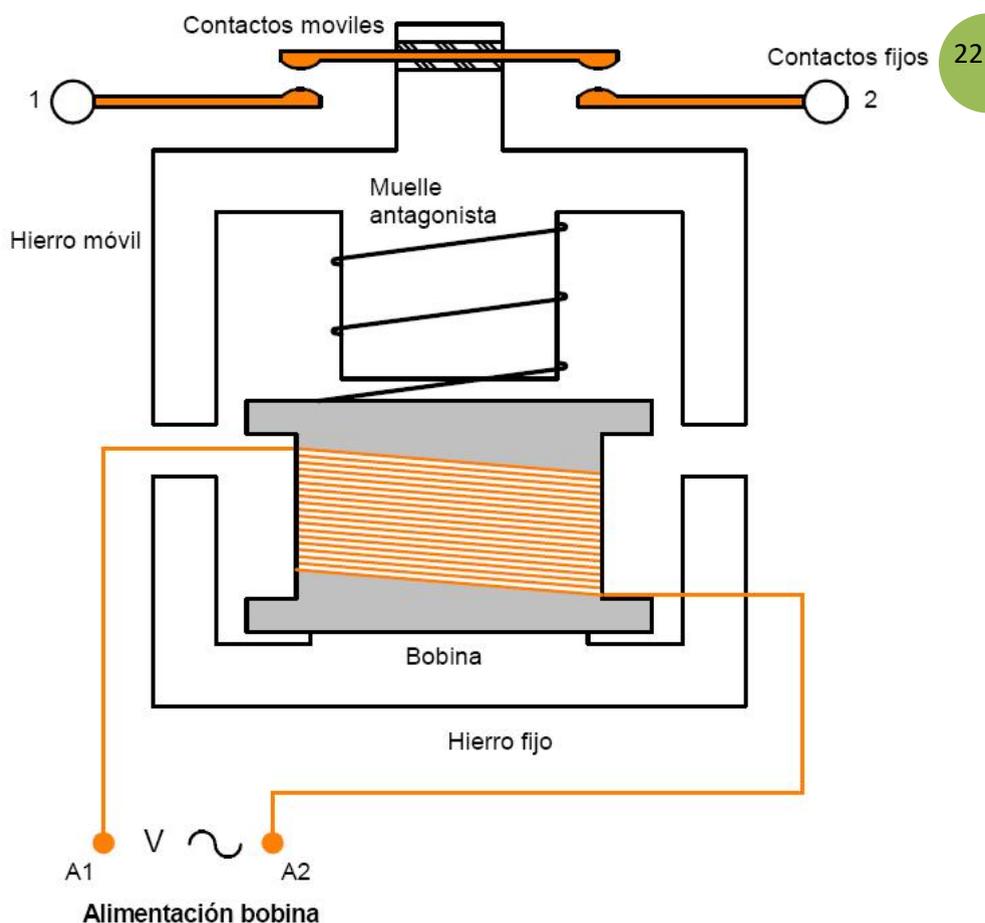
Funciones de los cuadros eléctricos de automatismo. Conmutación.

El contactor.

Se puede definir un contactor como un aparato mecánico de conexión y desconexión eléctrica accionado por energía eléctrica, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluidas las de sobrecarga.

Los contactores corrientemente utilizados en la industria son accionados mediante la energía electromagnética proporcionada por una **bobina**.

Constan de un núcleo magnético y de una bobina capaz de generar un campo magnético lo suficientemente grande como para vencer la fuerza de un muelle antagonista que mantiene separada del núcleo una pieza, también magnética, solidaria al elemento encargado de accionar los contactos eléctricos.



Una característica importante de un contactor será la tensión a aplicar en la bobina de accionamiento. Según sea el fabricante, dispondremos de una extensa gama de tensiones de accionamiento, tanto en continua como en alterna siendo las más comúnmente utilizadas las de 24, 48, 220 y 380 V.

Por lo general, los contactores que se utilicen referirán sus características a las recomendaciones C.E.I. (Comité Electrotécnico Internacional), que establecen los siguientes tipos de cargas.

AC-1. Para cargas resistivas o débilmente inductivas ($\cos \varphi = 0,95$). Conexión de aparatos de calefacción por ejemplo.

AC-2. Para cargas inductiva ($\cos \varphi = 0,65$). Arranque e inversión de marcha de motores de anillos rozantes.

AC-3. Para cargas fuertemente inductivas ($\cos \varphi = 0,35$ a $0,65$). Arranque y desconexión de motores de jaula.

AC-4. Para motores de jaula. Arranque, marcha a impulsos y frenado por inversión.

Relés enchufables.

Son análogos a los contactores con la salvedad que la bobina y los contactos se pueden separar de la base (zócalo) donde se conecta el cableado.

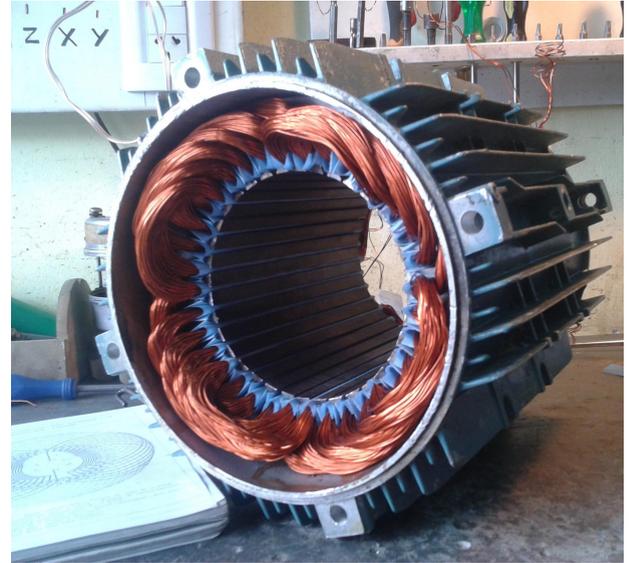
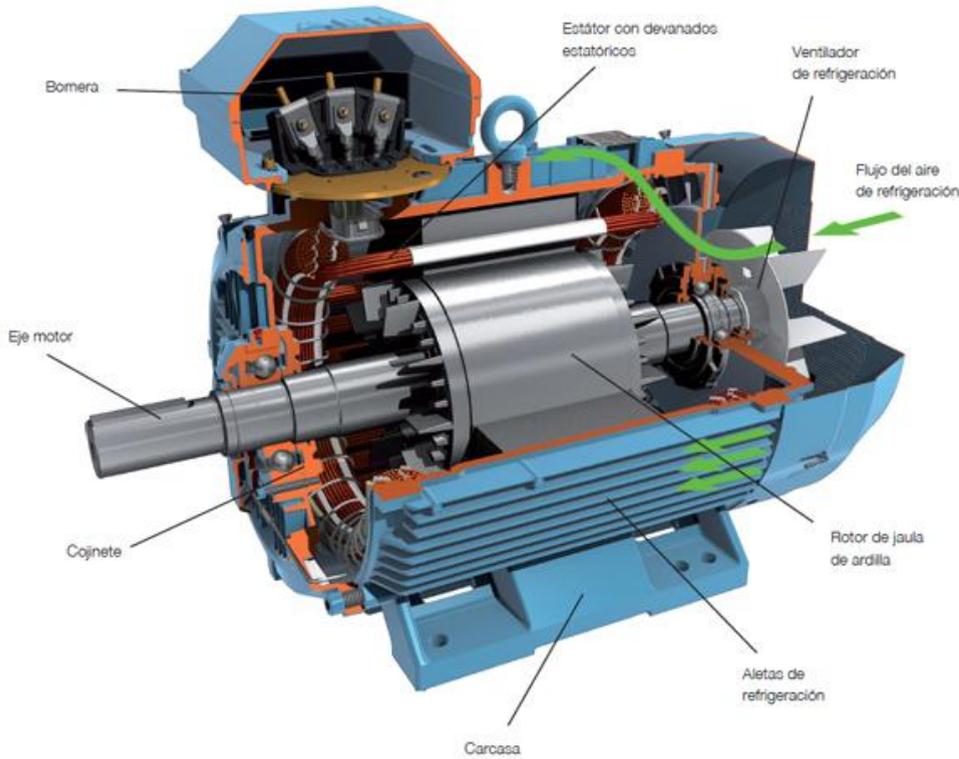


Motores asíncronos trifásicos.

La mayoría de los motores utilizados son motores asíncronos trifásicos. Sus características más importantes se pueden ver en las siguientes figuras.

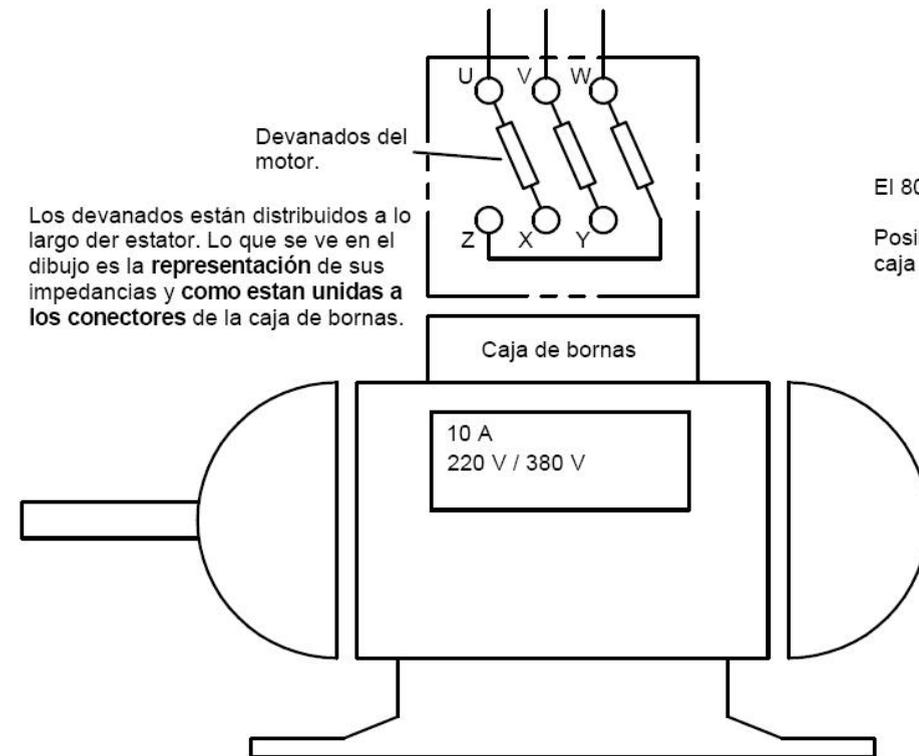
Partes del motor.

Un motor está formado por una parte fija llamado estator y una parte móvil llamada rotor.



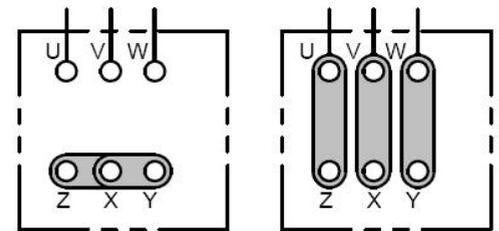
Bobinado de un motor asíncrono trifásico

Estructura interna.



El 80% de los motores utilizados son motores asíncronos.

Posibles conexiones de un motor trifásico asíncrono en la caja de bornas.



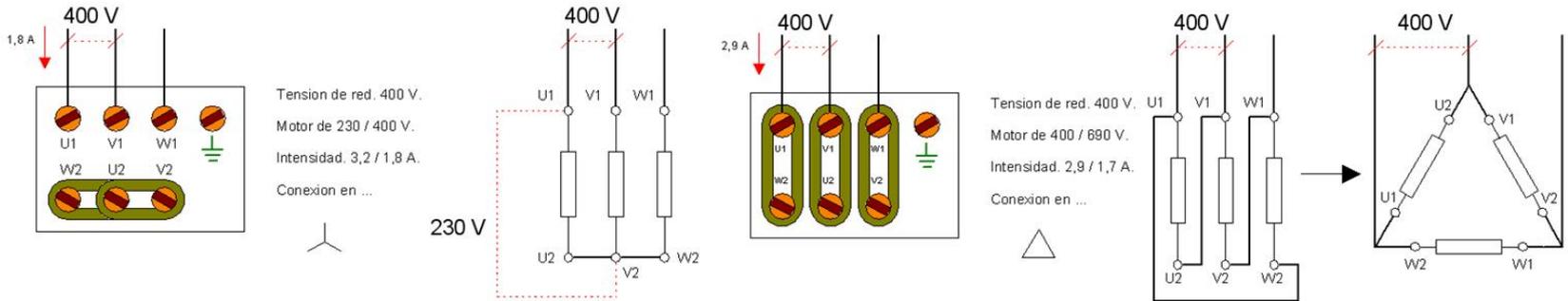
Conexión en estrella.

Conexión en triángulo.

Según como puenteemos los terminales de la caja de bornas así tendremos la conexión del motor.

Los devanados del motor están diseñados para soportar una determinada tensión, mejor dicho, están tratados con **esmaltes y barnices aislantes** que aguantan una tensión determinada.

En los bobinados del motor, al ser maquinas compensadas (todos sus bobinados prácticamente iguales) se cumplen las siguientes relaciones.



Conexión estrella. $I_F = I_L$, $V_F = V_L / \sqrt{3}$

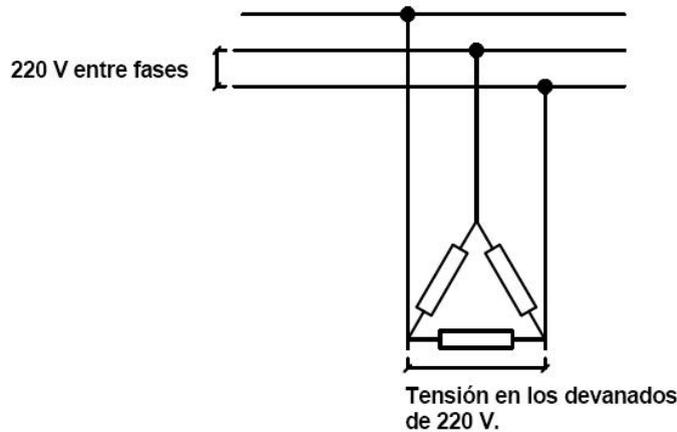
Conexión triángulo. $V_F = V_L$, $I_F = I_L / \sqrt{3}$

En la placa de características del motor nos pueden aparecer dos valores de tensiones, estas tensiones la forma en que se puede conectar el motor.

La tensión menor corresponde a una conexión triángulo y la tensión mayor a una conexión estrella, a redes con tensión compuesta como la que indican los valores respectivamente.

Sea por ejemplo un motor en cuya placa de características se lee. $U = 230/400 \text{ V}$.

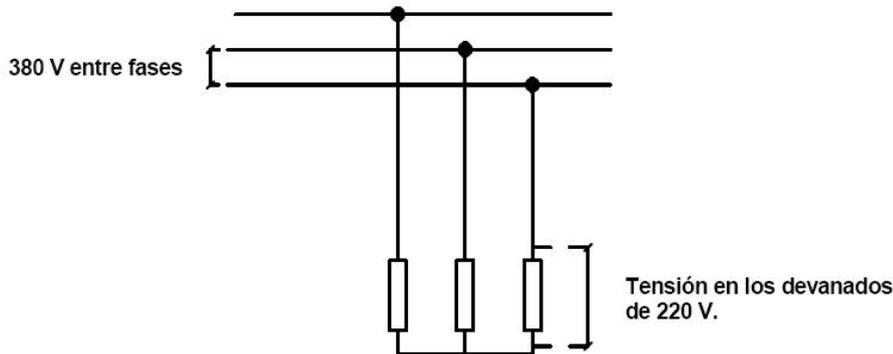
Con una red de tensión entre fases de 230 V. La conexión para un arranque directo será en triángulo. $V_f = V_L = 230 \text{ V}$.



NOTA: En este caso se podría conectar en estrella también.

Con una red de tensión entre fases de 400 V. La conexión para un arranque directo será en estrella. $V_f = V_L / \sqrt{3} = 230 \text{ V}$.

- Con una red de tensión entre fases de 380 V - Conexión estrella. $V_f = V_L / \sqrt{3} = 220 \text{ V}$.



NOTA: En este caso **no** se podría conectar en triángulo.

Interpretación de placas de características.

En este caso se elegirán los valores de la izquierda de la barra / ya que son los que pertenecen a la frecuencia europea de 50 Hz.

ABB Motors		
N AC 616 010-S		Motor 3 \sim
50/60 Hz	Type MBT 160 L-4	
15/17 kW	20/23 hp	
1455/1755 r/m	CI F	
380-420 /440-480 V	28 /29 A	
220-240 /250-280 V	51 /49 A	
Cos φ 0,84	IP 55	IEC 34-1
Calent./Temp. rise Class B		

Motor trifásico

Tipo de aislamiento de los materiales aislantes.

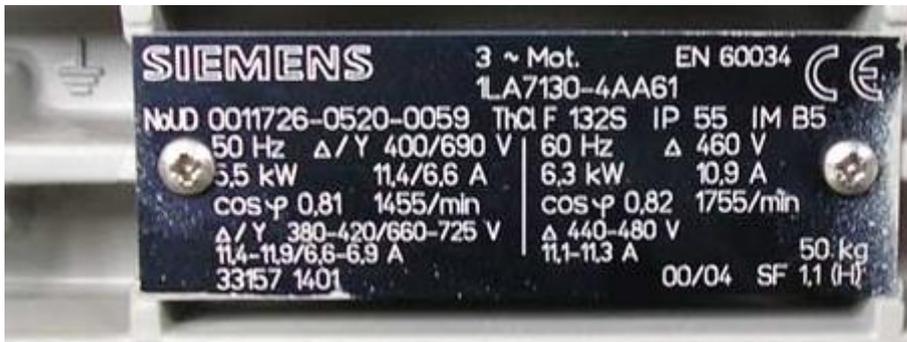
Valores nominales y características de funcionamiento según normativa del Comité Electrotécnico Internacional

Revoluciones por minuto.

Conexión estrella

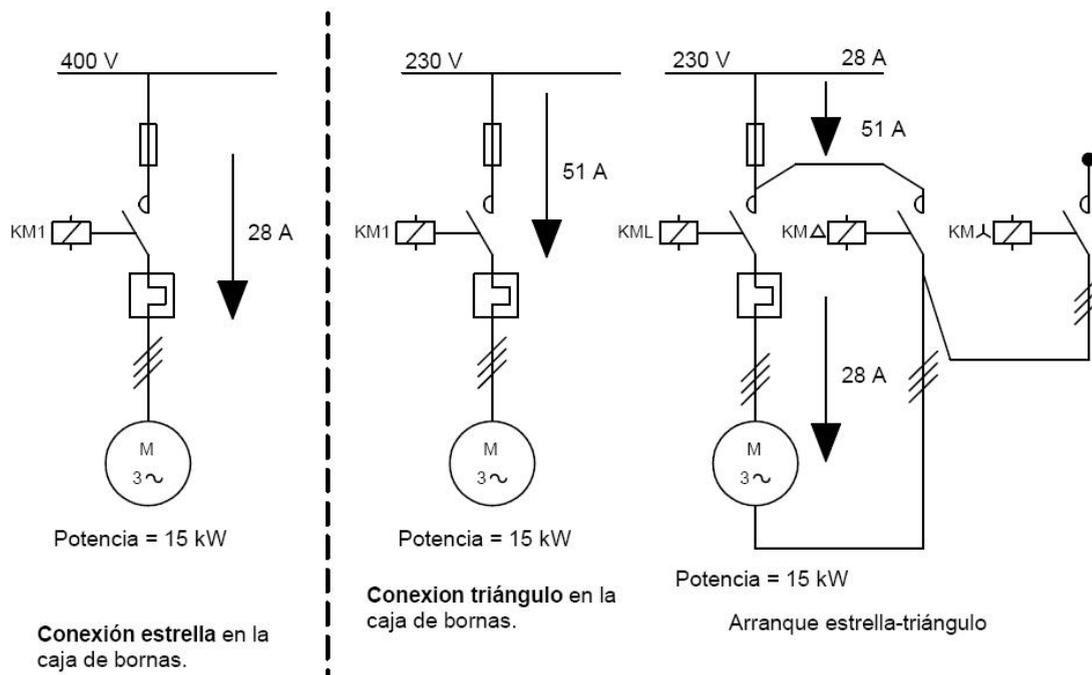
Conexión triángulo

Indice de protección contra agentes mecánicos y ambientales



Elección de la intensidad en función de la configuración de funcionamiento del motor en condiciones de régimen para arranques directos.

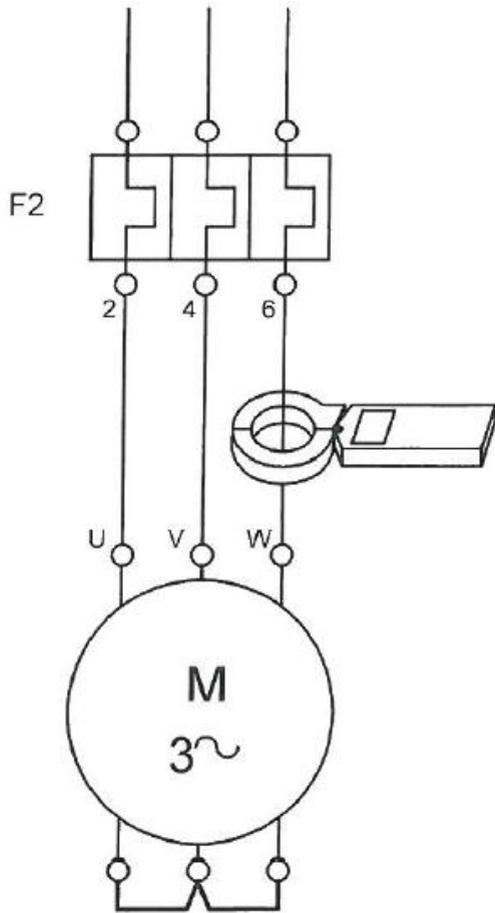
Es importante para la elección de los calibres de la aparatama, en particular para saber los márgenes de elección del relé térmico.



Nota importante: Lo anterior hay que tenerlo en cuenta sobretodo para regular la intensidad nominal del relé térmico.

Si queremos un motor que arranque con una configuración estrella-triángulo para una tensión de línea de 380 V tendrá que tener los siguientes valores: 380 V Δ / 660 V Υ

Comprobación de consumos.



Con una **pinza amperimétrica** podemos medir la intensidad que circula por cada fase de modo directo y sin intervenir para nada en el circuito.

Para interpretar las lecturas de la pinza tendremos que tener en cuenta el estado de carga del motor.

Un motor **trabajando en vacío** solamente tiene los pares resistentes debidos a los rozamientos mecánicos y al efecto de la ventilación, por lo tanto la intensidad de consumo será mucho menor que la nominal.

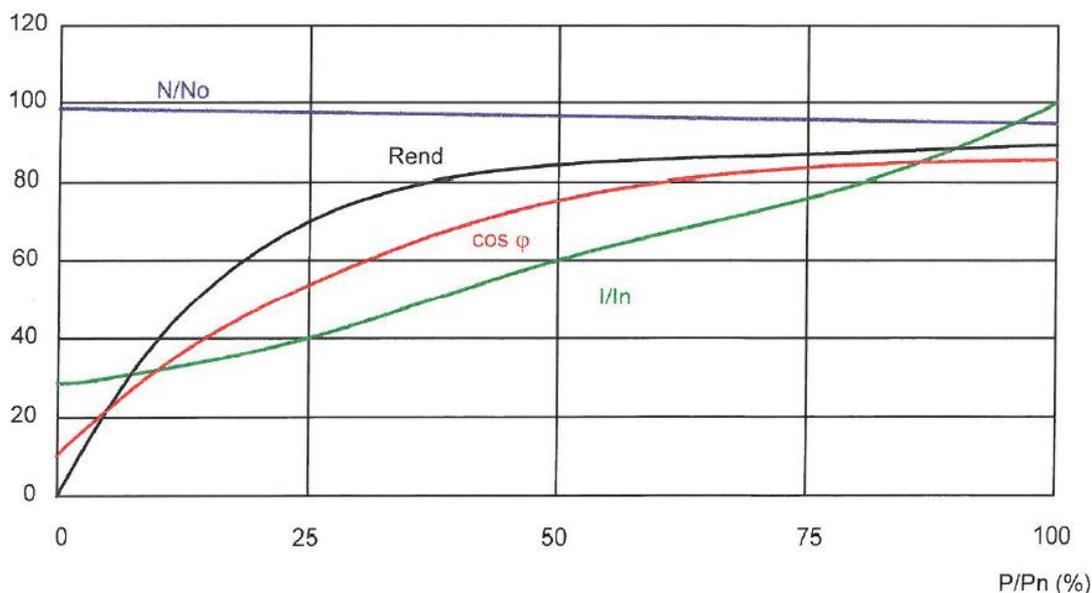
Un motor **trabajando en carga** tendrá algún par mecánico resistente además de los debidos a los rozamientos por lo que la intensidad será mayor que la de vacío.

Cuando el motor este desarrollando una potencia mecánica igual a la nominal del motor entonces estará circulando por el circuito la intensidad que nos marca la placa de características según sea la conexión del motor en estrella o en triángulo.

Hay que pensar que los valores nominales son valores de diseño; es decir, cuando los fabricantes desarrollan un motor lo hacen para que pueda dar una potencia mecánica óptima acorde con la disipación interna de calor debido a las pérdidas. Si aumentamos la potencia mecánica de la carga aplicada a un valor por encima de sus valores nominales el motor va a intentar moverla pero las pérdidas internas que se van a producir al demandar mas potencia de la red (mas intensidad), van a calentar los bobinados internos hasta extremos inadmisibles, pudiendo llegar a quemar los aislantes, con todo lo que eso supone. Antes de que eso ocurra deben actuar las protecciones.

A continuación se pueden ver las características de un motor asíncrono trifásico al variar la potencia en el eje.

Rend, $\cos \phi$, I/I_n , N/N_o , (%)



Esquemas de conexionado.

Generalidades.

Una instalación eléctrica de un cuadro consiste en un conjunto de elementos (componentes eléctricos) conectados entre si por medio de conductores. Si bien este conjunto ocupa un lugar en un espacio tridimensional, el problema a resolver en este caso mediante la representación gráfica no es el espacial sino establecer inequívocamente las relaciones de dependencia lógicas entre los elementos del circuito.

Ello se logra mediante distintas representaciones, complementarias entre si denominadas **esquemas eléctricos**. Los componentes de los esquemas eléctricos son representados de forma simbólica (símbolos) y unidos entre si por medio de líneas que representarían cables por el que circulara corriente eléctrica.

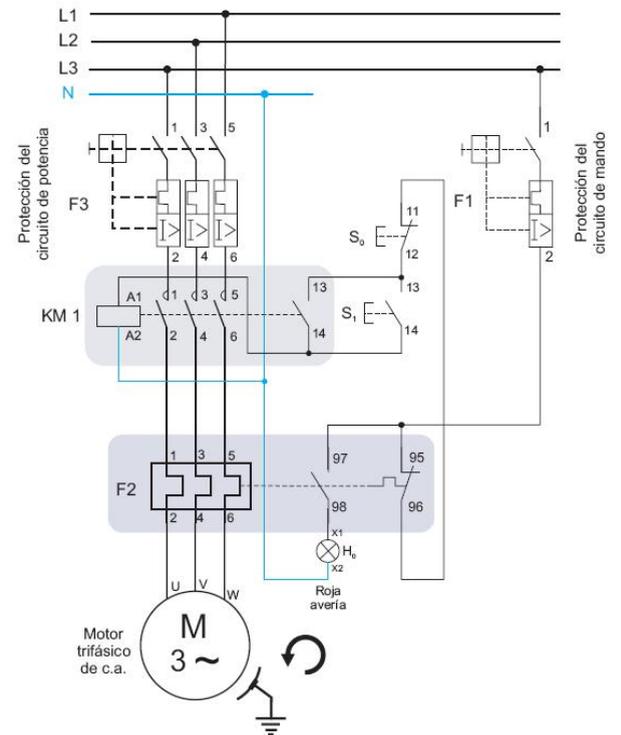
Desde el punto de vista de la representación de esquemas eléctricos, la norma que define los símbolos eléctricos para automatismos es **UNE-EN60617 (CEI 617)**.

Tipos de esquemas eléctricos para cuadros.

Representación conjunta.

En la representación conjunta se representan los elementos eléctricos de forma simplificada con respecto al dibujo pero sin variar sus relaciones espaciales; es decir, si un contactor esta formado por 3 contactos principales abiertos y un contacto auxiliar abierto se representaran todos juntos unidos por un actuador mecánico. Si hacemos así para toda la aparamenta al realizar el cableado se cruzarán los cables, y si el montaje es grande puede ser engorroso ver a que elementos se conectan los distintos cables. En montajes sencillos es interesante porque da una visión de conjunto con solo dar un vistazo al esquema.

Para diferenciar la parte de potencia del circuito de la parte de mando se utilizan grosores de líneas distintos (el de potencia más grueso).



Representación desarrollada.

En este caso se divide el esquema en dos partes, una parte es el **esquema de potencia** y la otra es el **esquema de mando**.

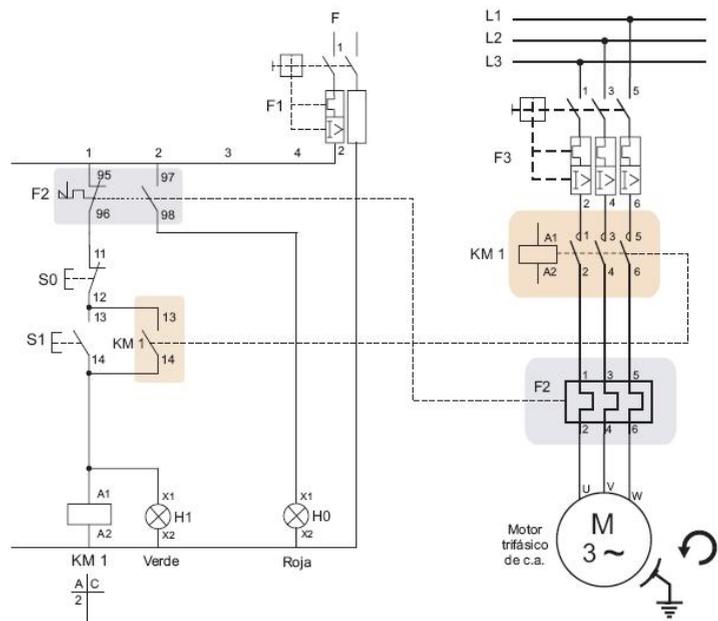
En el esquema de potencia solo se representa la parte del montaje que transporta y consume la mayor parte de energía del sistema; en este esquema se representarán partes de los contactores, relés térmicos, guardamotores, etc...

En el esquema de mando se representa la parte del montaje que **gobierna** la parte de potencia; se puede decir que es el cerebro del montaje o automatismo. También existen partes de contactores, relés térmicos, etc.

Los distintos partes de los elementos se relacionan entre si por medio de unos códigos alfanuméricos, de forma que una parte representada en el esquema de potencia **se llamará igual** que otra parte representada en el circuito de mando si dichas partes pertenecen al mismo aparato. Se ve a fondo mas adelante.

Representación semidesarrollada.

Separa circuitos de mando y potencia, aunque vincula con líneas discontinuas la unión física de los componentes.



Esquemas eléctricos desarrollados.

Generalidades.

La representación del esquema de circuitos en **forma desarrollada** permite comprender el funcionamiento del equipo, ejecutar su cableado y facilitar su reparación de una forma mas clara.

Mediante el uso de **símbolos eléctricos**, este esquema representa un equipo con las conexiones eléctricas y otros enlaces que intervienen en su funcionamiento. Por símbolo eléctrico entendemos una representación gráfica sencilla de un elemento eléctrico real (un pulsador, un contactor, un interruptor automático, etc...)

Los órganos que constituyen el aparato (bobina, polos, contactos auxiliares, etc...) no se representan los unos cerca de los otros, tal como se implantan físicamente, sino separados y situados de modo que faciliten la comprensión del funcionamiento.

Se divide el esquema en dos partes, una parte de potencia y otra parte de mando. La parte de potencia es la parte del esquema que realiza el trabajo (accionamiento de motores, iluminación, etc) por lo tanto es la que lleva intensidades relativamente altas; y la parte de mando es la que controla dicha potencia (cuando se accionan los motores, la iluminación, etc...) por lo que utilizarán intensidades relativamente bajas.

Se hace referencia a cada elemento por medio de la identificación del aparato. Todo aparato se identifica mediante **una letra de referencia** dada en la norma IEC (Comité Electrotécnico Internacional, IEC-1082-1) correspondiente **y un número** que indica el número de orden de dicho aparato.

Por ejemplo un contactor que nos activa un motor se designaría mediante las letras KM y el número 1 (KM1) mientras que si tenemos por ejemplo tres contactores se designarían mediante KM1, KM2 y KM3.

La **referencia identificativa** debe figurar a la izquierda del símbolo.

Las referencias de marcado de los bornes de un aparato se escriben obligatoriamente a la izquierda del símbolo gráfico del órgano representado, en sentido de lectura ascendente. Si se emplea la representación horizontal, se aplican las mismas reglas pero la escritura gira un cuarto de vuelta.

La designación de elementos ira precedida por un -, los signos = y + quedan reservados para niveles superiores. La finalidad de esto es poder organizar los datos relativos a las instalaciones mediante estructuras arborescentes que sirvan de base. La estructura representaría el modo en que el proceso o producto se divide en procesos o productos de menor tamaño.

Referenciado de bornes.

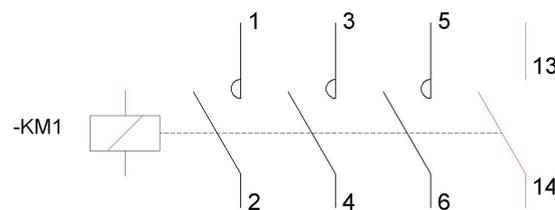
Todos los **bornes** de conexión de los aparatos también se identifican por medio de su marcado como se indica a continuación.

Referenciado de contactos principales.

La referencia de sus bornas consta de una sola cifra.

de 1 a 6: tripolares

de 1 a 8: tetrapolares

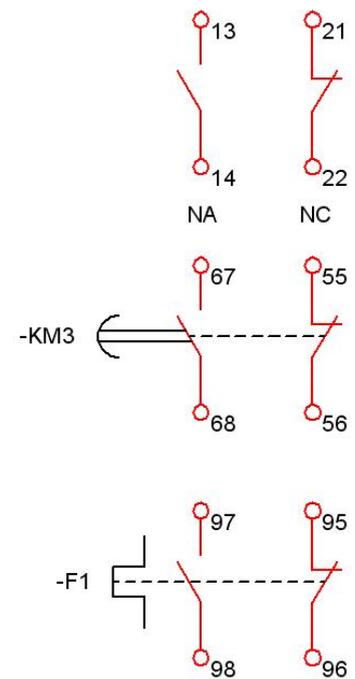


Referenciado de contactos auxiliares.

La cifra de las unidades, o cifras de función, indican la función del contacto auxiliar

- 1 y 2 contactos cerrados (NC).
- 3 y 4 contactos abiertos (NO).
- 5 y 6 contactos cerrados especiales, temporizado, decalado, de paso, de disparo térmico, etc...
- 7 y 8 contactos abiertos especiales, temporizado, decalado, de paso, de disparo térmico, etc...

La cifra de las decenas indica el número de orden de cada contacto del aparato. El rango 9 queda reservado para los contactos auxiliares de los relés de protección contra sobrecargas

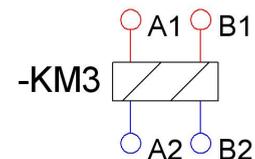
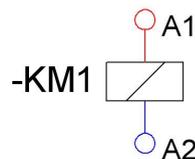


Referenciado de mandos de control (bobinas).

Las referencias son alfanuméricas y la letra ocupa la primera posición

Bobina de control de un contactor: A1 y A2.

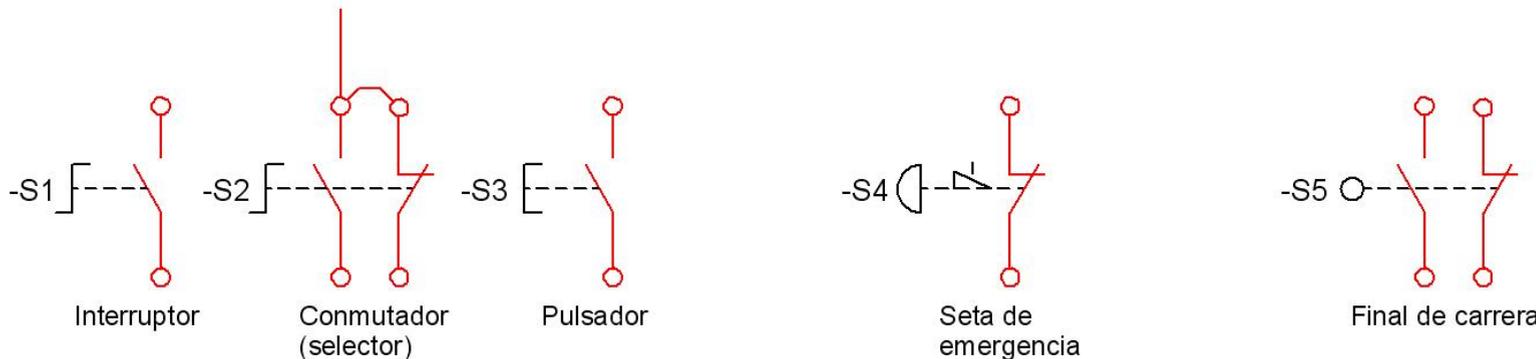
Bobina de control con dos devanados de un contactor: A1 y A2, B1 y B2.



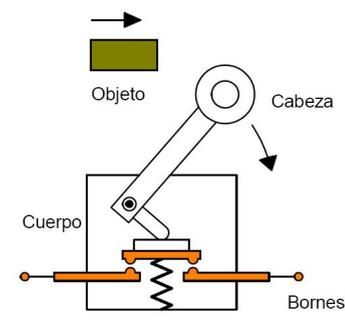
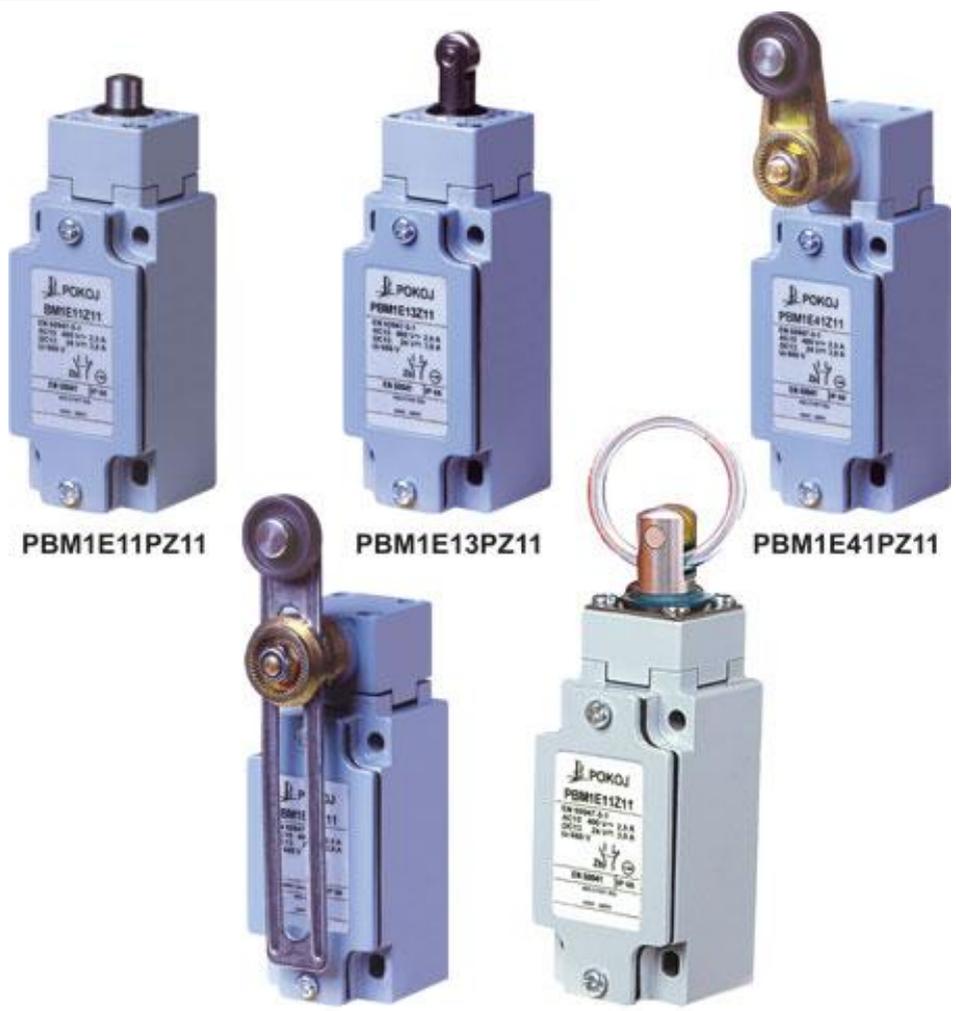
Bobina con 2 arrollamientos

Referenciado de interruptores, pulsadores y finales de carrera.

La letra para estos elementos es la -S.

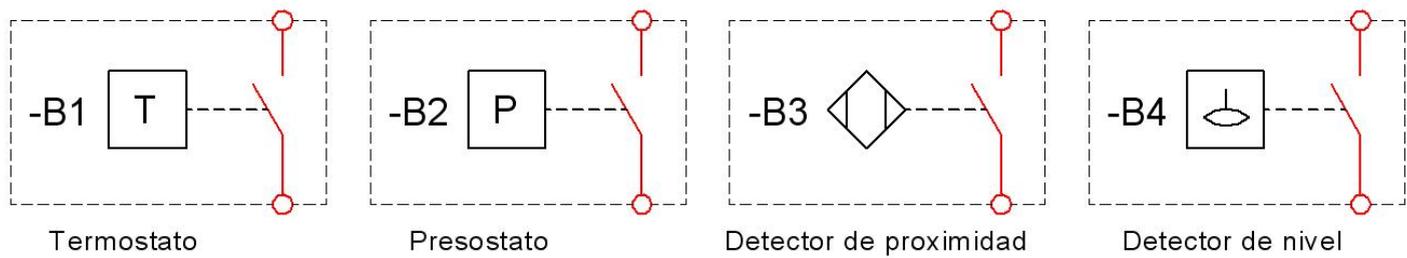


Finales de carrera.
Son interruptores mecánicos que se accionan por elementos que se mueven del propio sistema.



Referenciado para termostatos, presostatos, detectores de proximidad y detectores de nivel.

La letra para estos elementos es la -B.



Termostatos. Detectan valores de temperatura.



Presostatos. Detectan valores de presión.



En los dos casos (temperatura y presión) se suelen seleccionar dos valores. Uno es la temperatura (o presión) a la que el contacto conmuta y el otro, que cantidad de grados (o presión) se le resta (o suma) al valor anterior para que el contacto vuelva a su posición anterior a la conmutación.

Por ejemplo un termostato con una Temperatura de Consigna de -20 C y un Diferencial de 5 grados desconectara el compresor a la temperatura de -20 C y lo conectara a la temperatura de -15 C (o superiores).

Detectores de proximidad.

Son sensores que activan una salida cuando detectan un elemento sensible a una distancia determinada. Son análogos a los finales de carrera pero en vez de activar un contacto mecánico, activan una salida dejando pasar una intensidad.; es decir, actúan como interruptores electrónicos. Según el elemento sensible que detectan pueden ser.

Detectores **inductivos**. Detectan la presencia de cualquier material conductor sin necesidad de contacto físico.

En su cara activa produce un campo magnético variable, de forma que cuando por delante de dicha cara activa pasa un material conductor hace que se induzcan en dicho material corrientes parasitas que a su vez crean campos magnéticos que se oponen al campo magnético inductor.

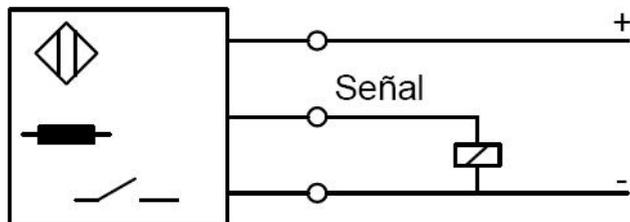
El campo magnético inductor disminuye detectándose este hecho por la electrónica interna del detector y haciendo dicha electrónica que conmute una salida de OFF a ON (o viceversa). Esta salida es la que se utiliza en la lógica de control.

Necesitan alimentación de energía eléctrica puesto que incorporan una electrónica interna para su funcionamiento. En la práctica se presentan en forma de sonda detectora, que incorpora todo lo necesario para proporcionar una señal utilizable directamente por un sistema

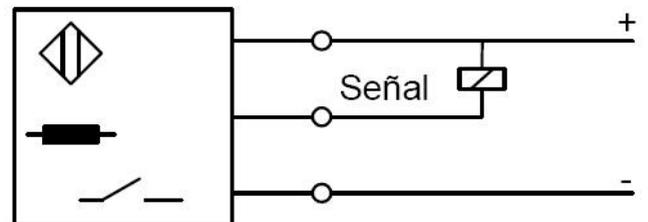


31

Tipo 3 hilos (PNP)

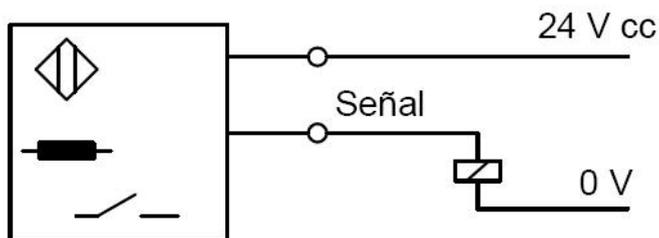


Tipo 3 hilos (NPN)

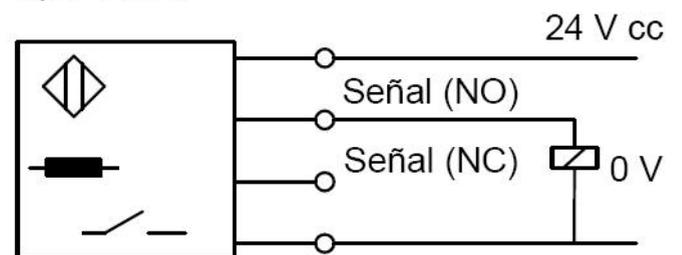


Para este caso al detectar un elemento metálico enviará una señal al relé activando éste.

Tipo 2 hilos (Namur)



Tipo 4 hilos



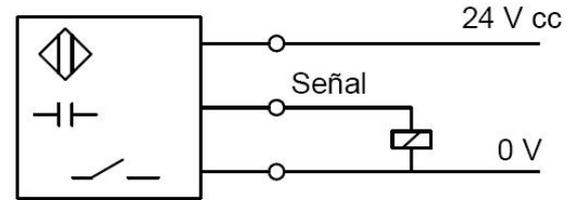
Los hay para alimentación en continua (polarizados) y en alterna (no polarizados).

El hilo adicional transmite la señal complementaria.

Detectores **capacitivos**. Detectan objetos de cualquier naturaleza, conductores o no, como minerales, metales, madera, plástico, vidrio, cartón, cuero, cerámica, etc.

Producen un campo eléctrico variable determinado en su cara activa de forma que este campo dependerá de la capacidad parasita entre el detector y tierra. Cuando debido a la presencia de un objeto, el valor de la capacidad parasita aumenta se produce un cambio en la amplitud del campo eléctrico que es detectado por la electrónica interna del detector.

El cambio hace que dicha electrónica interna conmute una salida del estado OFF al ON (o viceversa) de forma que se pueda utilizar en un sistema de control.



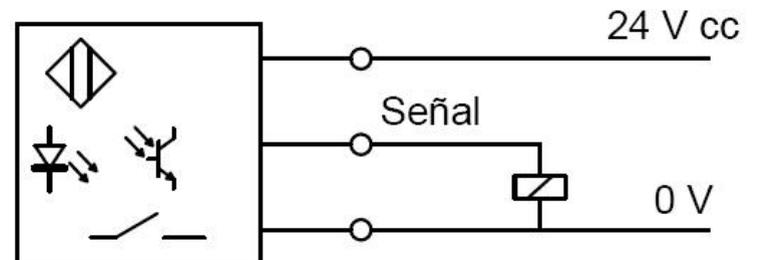
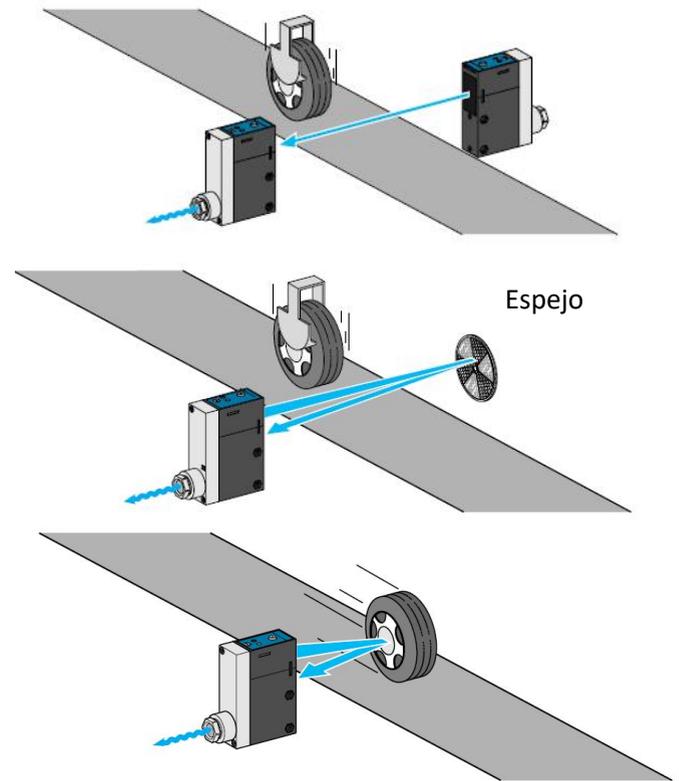
Sensores de barrera ópticos.

Emplean un haz luminoso como condicionante para detectar objetos. Los hay de tres tipos.

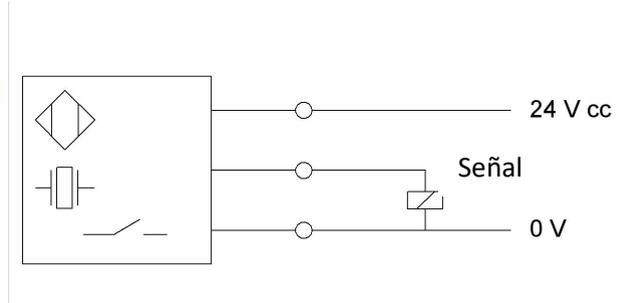
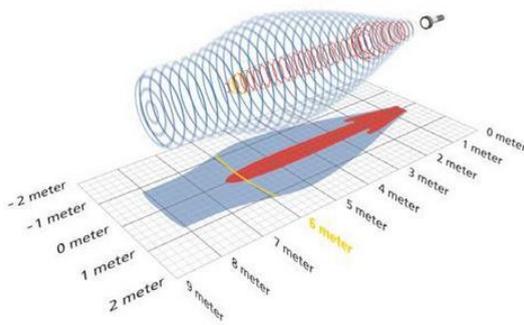
Detectores de **barrera**. En este caso un objeto se interpone entre el emisor de un haz luminoso y un receptor. Si la luz no llega al receptor se produce una señal de conmutación.

Detectores **réflex**. En este caso el emisor de luz y el receptor están en un mismo aparato y el haz luminoso se dirige del emisor al receptor con la ayuda de un espejo reflector o catadióptrico.

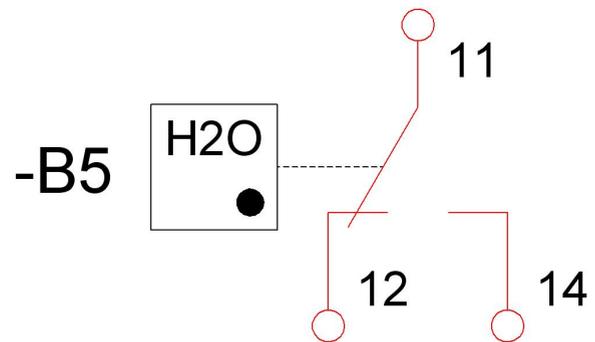
Detectores **difusores**. Este caso es como el anterior con la salvedad de que no existe espejo y el haz se canaliza mediante la reflexión en el propio objeto. Este caso no permite que la distancia entre el aparato detector y el objeto sea elevada.



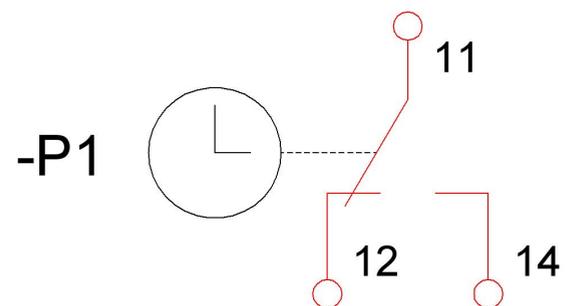
Detectores de proximidad por ultrasonidos. Utilizan el principio del sonar para detectar objetos sin tocarlos. Cuando una tensión a alta frecuencia se aplica al disco, se provoca una vibración a la misma frecuencia. Esto produce ondas de sonido a esta frecuencia. Cuando las ondas de sonido chocan con un objeto reflectante, se produce un eco. La duración del pulso reflejado es evaluada por un circuito disparador. Cuando el objeto está situado en el rango operativo ajustado, el circuito disparador lo detecta y produce una señal que posteriormente es amplificada y adaptada al tipo de salida del detector. El Led señalizador, se ilumina cuando la salida del detector esta activa.



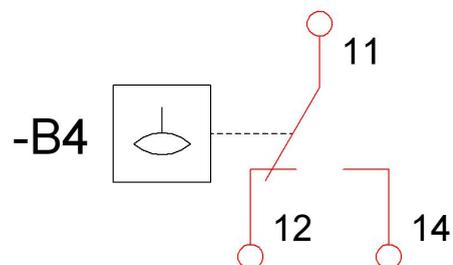
Higrostatato con sonda externa. Mide la humedad y hace conmutar un contacto cuando la humedad detectada por la sonda coincide con un punto de consigna dado por un operario.



Reloj horario. Estos dispositivos permiten realizar acciones de apertura y/o cierres de un circuito eléctrico, en un momento determinado de un periodo horario (día, semana o año). La programación de los relojes horarios se realiza mediante unas levas o uñetas, en los más simples, o a través de un teclado y pantalla de visualización, en los digitales. Los relojes horarios deben disponer de un sistema de «reserva de cuerda» que permita su funcionamiento ante cortes del suministro eléctrico.

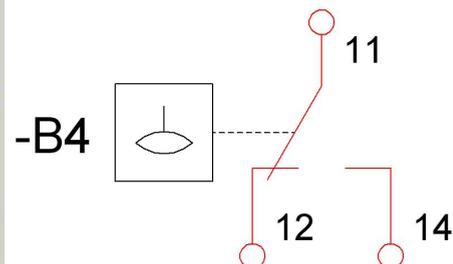
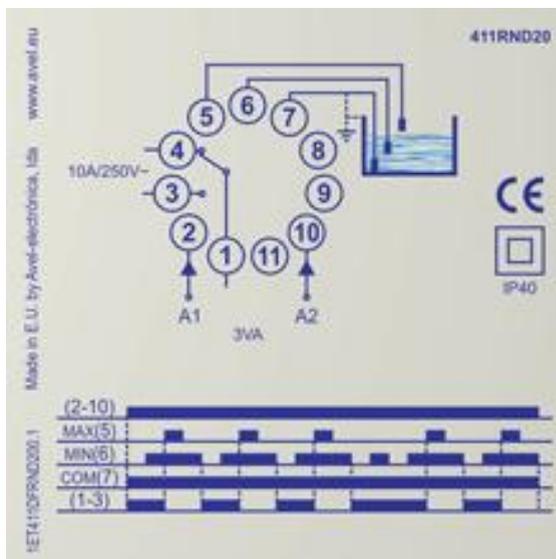


Interruptor de nivel de boya.

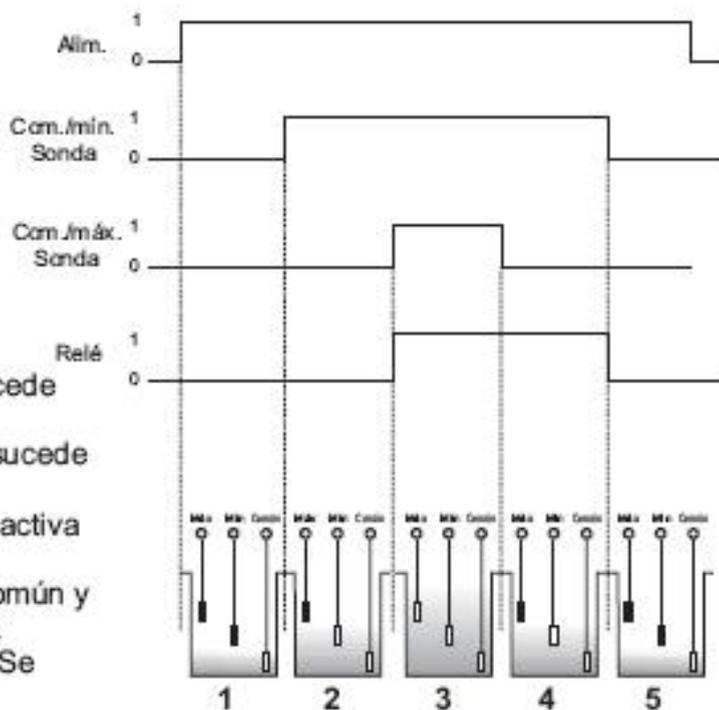


Electrosondas de nivel de líquido.

Control de nivel de máximo y de mínimo, con protección contra funcionamiento en seco.

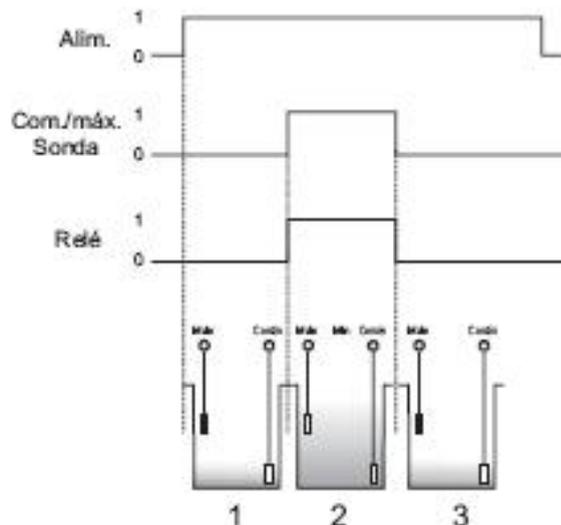


- 1.- El agua está por el nivel de la sonda común. No sucede nada.
- 2.- El agua comunica las sondas común y mínimo. no sucede nada.
- 3.- El agua comunica las sondas común y máximo. Se activa el relé. (Se activa el motor bomba para extracción).
- 4.- El agua baja de nivel y sólo comunica las sondas común y mínima. No sucede nada, el motor puede seguir activo.
- 5.- El agua baja de nivel y cubre sólo la sonda común. Se desactiva el relé.



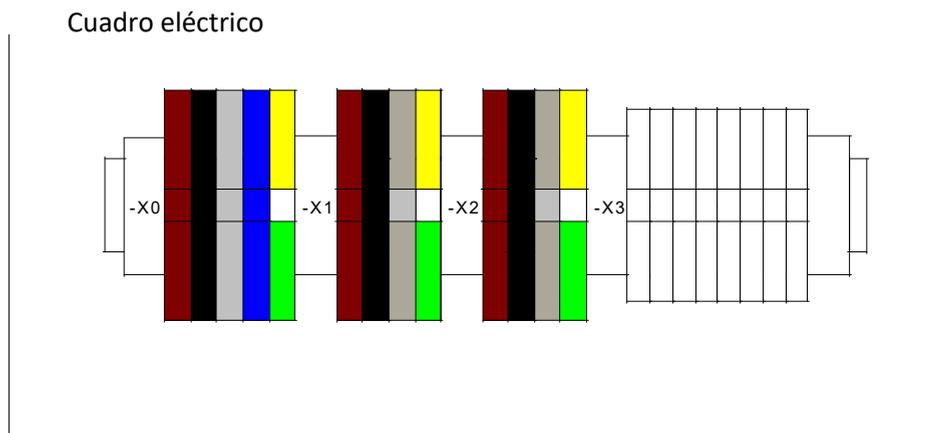
Caso 2, control de un único nivel del líquido (nivel de aviso)

- 1.- El agua está por el nivel de la sonda común. No sucede nada.
- 2.- El agua comunica las sondas común y máximo. Se activa el relé.
- 3.- El agua baja de nivel y no comunica las dos sondas, es decir, el agua está en el nivel de la sonda mínimo. Se desactiva el relé.



Referenciado de cables y bornas de entrada – salida.

Muchas veces los cuadros se realizan en talleres y luego se llevan a su lugar de utilización. La conexión del cuadro con los elementos (cables) que existan en la planta, (de motores, de finales de carrera, de sensores, etc...) se realiza por medio de unas **bornas** de entrada – salida con una designación determinada.



Referenciado de bornas del circuito de potencia.

Se utilizará la denominación genérica $-X$ para identificar un **grupo de bornas**. Generalmente se empezara por el grupo de alimentación que será el $-X0$. Cada receptor de potencia tendrá su grupo de bornas de potencia, por ejemplo en un montaje con tres motores el motor M1 tendrá el grupo de bornas de salida $-X1$, el motor $-M2$ el grupo de bornas $-X2$ y el motor $-M3$ el grupo de bornas $-X3$.

Individualmente cada borna del grupo de bornas se podrá identificar del siguiente modo.

Alimentación: L1, L2, L3, N, PE

Hacia un motor: U, V, W; K, L, M

Hacia resistencias de arranque: A, B, C, etc...

Referenciado de bornas del circuito de control.

Después de haber referenciado los grupos de bornas de potencia referenciaremos las de mando con el numero siguiente (o los números siguientes) al último grupo de bornas de potencia referenciado; es decir, para el ejemplo anterior de los tres motores, el grupo de bornas de mando sería el $-X4$ (o del $-X4$ en adelante en función de la cantidad de bornas de mando, $-X4$, $-X5$, etc...)

Individualmente cada borna del grupo de bornas se podrá identificar del siguiente modo.

En cada grupo de bornas, la numeración es creciente de izquierda a derecha y de 1 a n, como el sentido de lectura.

Selección de colores de pulsadores y pilotos.

Para identificar los pulsadores según su función se utilizará los siguientes colores:

Color	Significado	Ejemplo
ROJO	Emergencia	Paro de emergencia
VERDE	Normalidad	Puesta en funcionamiento.
AMARILLO	Anomalía	Activación de ciclo interrumpido. Puesta en estado inicial en re arranques en frío.
AZUL	Obligatoriedad	Rearme (de relé térmico, de módulos de supervisión de seguridad, etc...)
BLANCO	Neutro	Activación de motores
GRIS		
NEGRO		



36

Para indicar la función de los INDICADORES LUMINOSOS se utilizarán los siguientes colores:

Color	Significado	Ejemplo
ROJO	Emergencia (condiciones peligrosas)	Señalización de cortocircuitos o sobrecargas.
VERDE	Normalidad	Presencia de tensión.
AMARILLO (Ámbar)	Anomalía (puede llevar a una condición peligrosa)	Alarma de temperatura.
AZUL	Obligatoriedad	Rearme de módulos de seguridad.
BLANCO	Neutro (Información en general)	Marcha de motores.



Símbolos para marcha-paro.

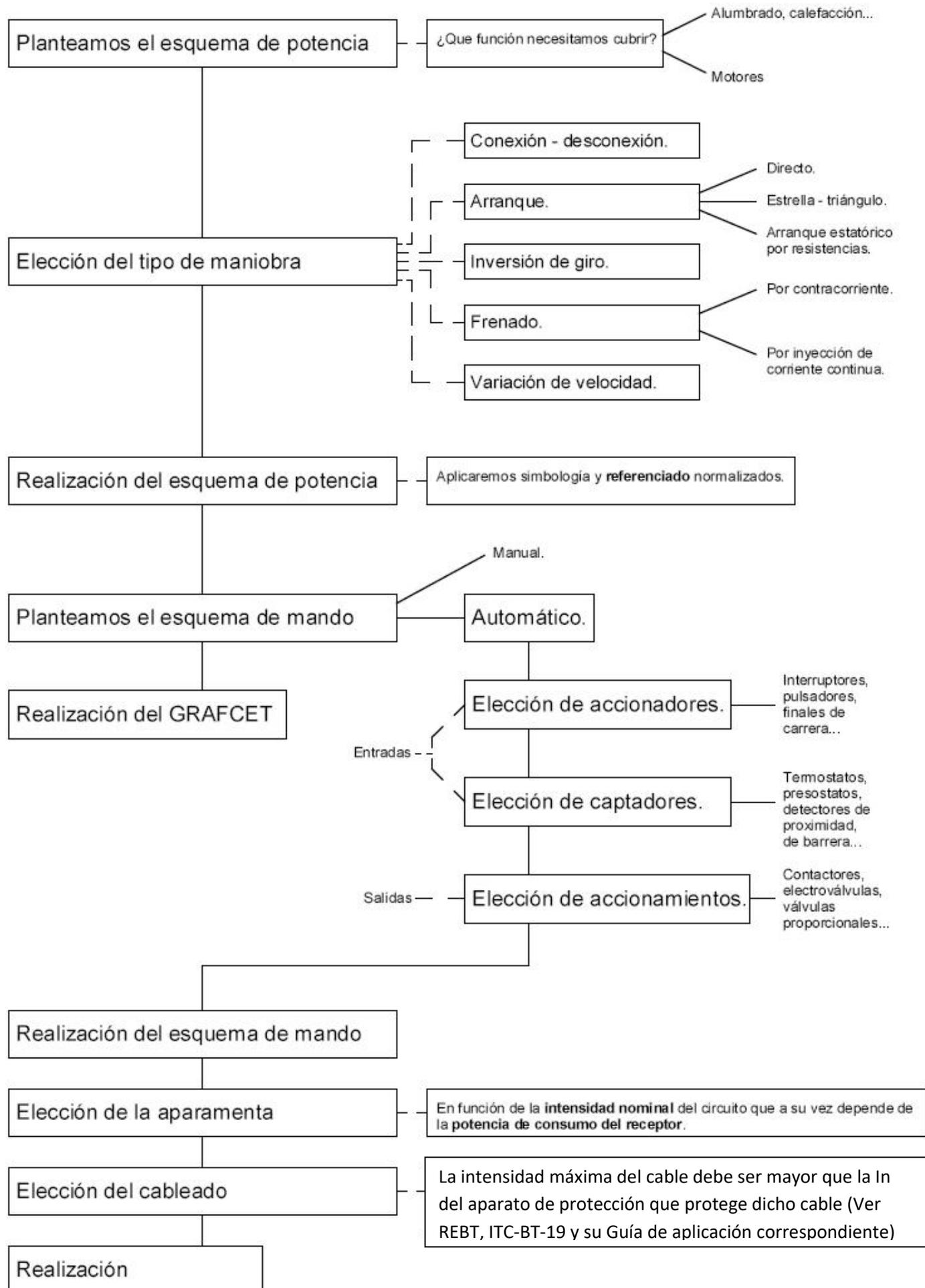


Indicador acústico

Ejecución de esquemas.

La realización del esquema eléctrico consistirá en ir colocando los distintos símbolos en unas posiciones determinadas; uniéndolos mediante líneas que representarán el cableado eléctrico de forma que el gráfico resultante represente el montaje para el funcionamiento deseado.

Los pasos para el desarrollo de un automatismo (esquema) se ven en el siguiente cuadro.



Los circuitos de potencia, de control y de señalización se representan en dos partes diferentes del esquema, con trazos de distinto grosor, el circuito de potencia y el de mando.

Circuitos de potencia.

Las líneas horizontales de la parte superior del esquema del circuito de potencia representan la red. Los distintos motores o aparatos receptores se sitúan en las derivaciones. Es posible representar el circuito de potencia en forma unifilar o multifilar. La representación unifilar solo debe utilizarse en los casos más simples, por ejemplo, arrancadores directos, arrancadores de motores de dos devanados, etc...

En las representaciones unifilares, el número de trazos oblicuos que cruzan el trazo que representa las conexiones indica el número de conductores similares. Por ejemplo:

- dos en el caso de una red monofásica.
- tres en el caso de una red trifásica.

Las características eléctricas de cada receptor se indican en el esquema, si este es simple, o en la nomenclatura. De este modo, el usuario puede determinar la sección de cada conductor.

Las bornas de conexión de los aparatos externos al equipo se representan igualmente sobre el trazado.

Representación de los circuitos de control y de señalización (mando).

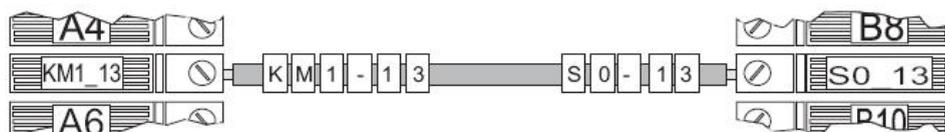
El esquema de control se desarrolla entre dos líneas horizontales que representan las dos polaridades.

Los circuitos de control y de señalización, y los símbolos correspondientes a los mandos de control de contactores, relés y otros aparatos controlados eléctricamente, se sitúan unos junto a otros, en el orden correspondiente a su alimentación (en la medida de lo posible) durante el funcionamiento normal.

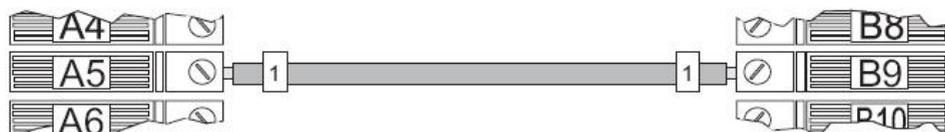
Dos líneas horizontales o conductores comunes representan la alimentación. Las bobinas de los contactores y los distintos receptores, lámparas, avisadores acústicos, relojes, etc... se conectan directamente al conductor inferior. Los órganos restantes, contactos auxiliares, aparatos externos de control (botoneras, contactos de control mecánico, etc...) así como las bornas de conexión, se representan sobre el órgano controlado.

Los conjuntos y los aparatos auxiliares externos pueden dibujarse en un recuadro de trazo discontinuo, lo que permite al instalador determinar fácilmente el número de conductores necesarios para su conexión. En dicho cuadro también se incluirán las bornas de salida para conectar el cuadro con el elemento en cuestión.

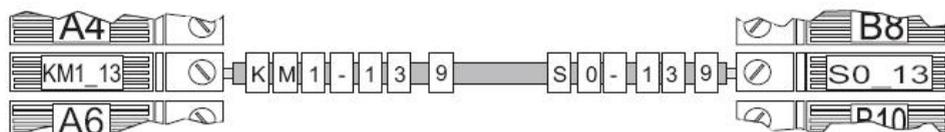
Numeración de conductores.



Primer método: Los conductores están etiquetados en sus extremos, con la numeración de los bornes de los aparatos a los que están conectados.



Segundo método: Cada cable lleva un número que nada tiene que ver con el borne al que está conectado.



Tercer método: En el extremos de cada conductor, se marca con el número de borne al que está conectado en el aparato y un número independiente como en el segundo método. Es una mezcla de los dos anteriores,.

Indicaciones complementarias.

Para que el esquema sea mas claro, las letras y las cifras que componen las referencias identificativas que especifican la naturaleza del aparato se inscriben a la izquierda y horizontalmente. En cambio, el marcado de sus bornas se escribe a la derecha pero de manera ascendente (OJO, VER). En una disposición horizontal, la referencia identificativa y las referencias de las bornas se sitúan en la parte superior. Dado que los aparatos están agrupados por función y según el orden lógico de desarrollo de las

operaciones, su función, así como la del grupo al que pertenecen, son idénticas. En el caso de esquemas complejos, cuando resulta difícil encontrar todos los contactos de un mismo aparato, el esquema desarrollado del circuito de control va acompañado de un referenciado numérico de cada línea vertical. Las referencias numéricas de los contactos se sitúan en la parte inferior de los mandos de control que los accionan. Se incluye igualmente el número de la línea vertical en la que se encuentran. En caso de ser necesario, se especifica el folio del esquema.

Reglas para la concepción de un esquema de automatismo.

No se trata de atacar el problema de forma global sino de ir descomponiendo el problema en partes más sencillas e ir solucionando estas.

Lo primero es entender el problema. Es decir, comprender que es lo que hay que realizar. Para ello partiremos de que hay que activar y desactivar una serie de contactos para conseguir realizar una serie de acciones físicas (encender/apagar luces, encender/apagar motores, encender/apagar ventiladores, encender/apagar bombas hidráulicas, encender/apagar compresores, etc...).

Lo segundo es realizar el esquema funcional del sistema. Es decir, solamente la parte del sistema que hace que este funcione.

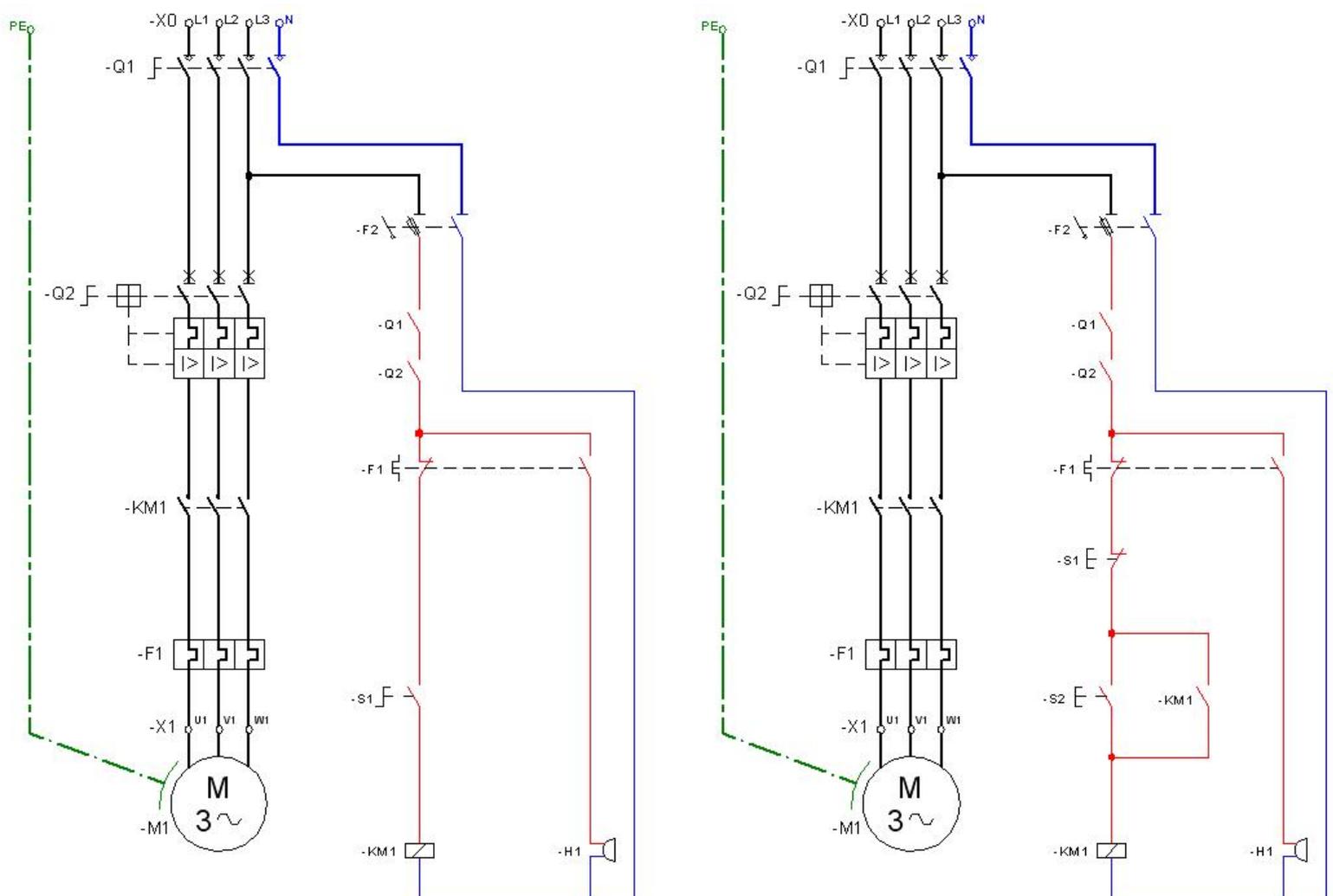
En tercer lugar al esquema anterior le añadimos las seguridades que se puedan requerir.

Y por último le añadimos las señalizaciones para que un operario pueda tener conocimiento en cualquier momento de lo que está pasando

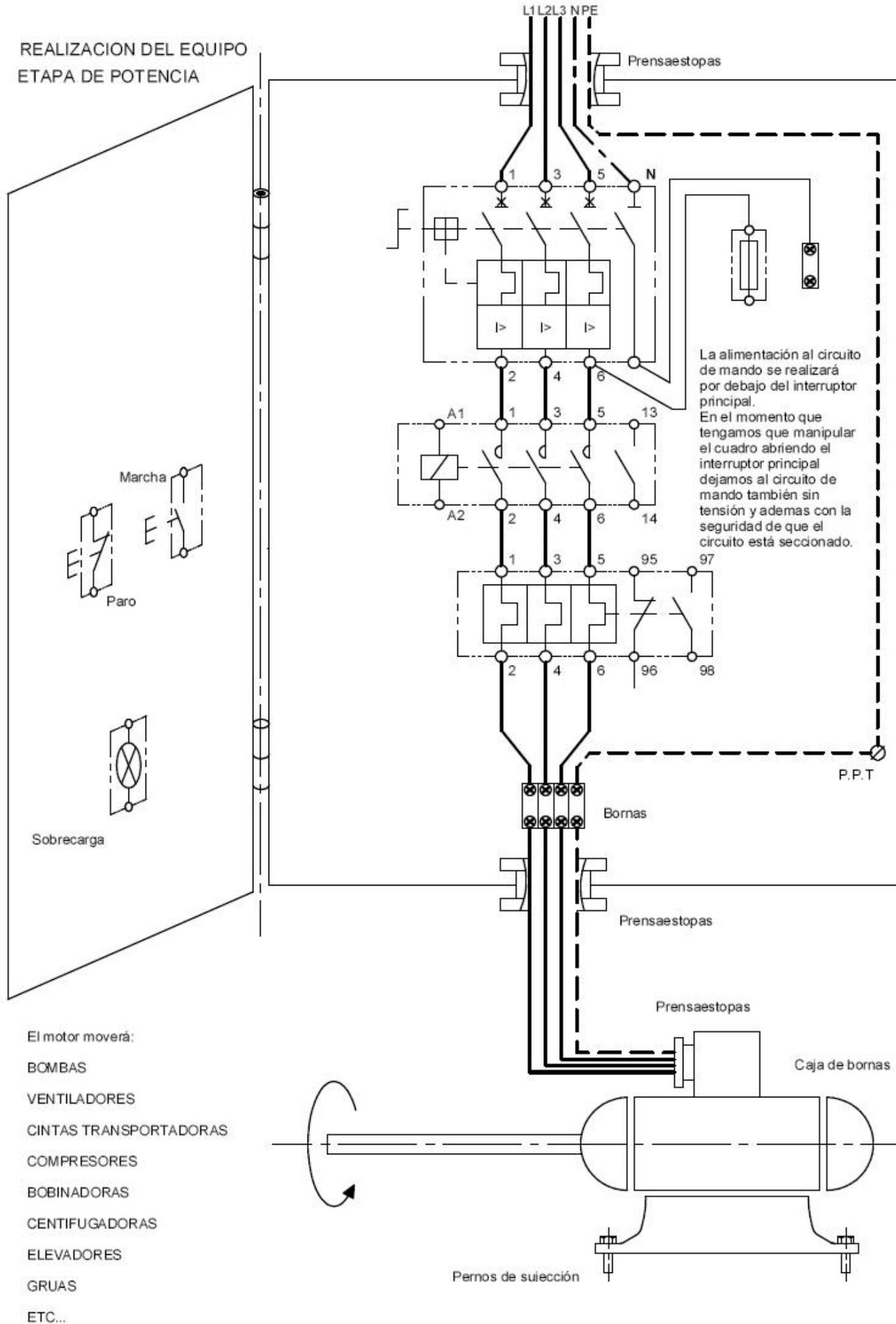
Montaje del cuadro según el esquema.

Para montar el cuadro nos guiaremos por el esquema eléctrico de montaje. Para ello **cualquier elemento del cuadro tiene una designación única** en el esquema, (por ejemplo un relé térmico se llamará -F2 y no podrá haber otro elemento en el cuadro con esa denominación). A su vez **los bornes de conexión** de dicho aparato están referenciados de la misma forma en el aparato real y en el esquema. Con esto se consigue que siguiendo el esquema eléctrico vayamos conectando los distintos elementos canalizando los cables por las canaletas. En el siguiente ejemplo se ve el montaje de un arranque directo y su cableado en una envolvente.

Control manual de un motor asíncrono trifásico mediante arranque directo.



Montaje de elementos en la envolvente.



Como norma general y para cuadros pequeños los interruptores o guardamotors irán en la parte de arriba, luego en la zona del medio los contactores con sus relés térmicos asociados si los tuviesen, por último en la zona baja estarán las bornas de entrada-salida. Si existen elementos electrónicos de control tipo plc's estos irán en la zona baja del cuadro para evitar sobrecalentamientos debidos a que el calor del cuadro se concentra en la parte de arriba.

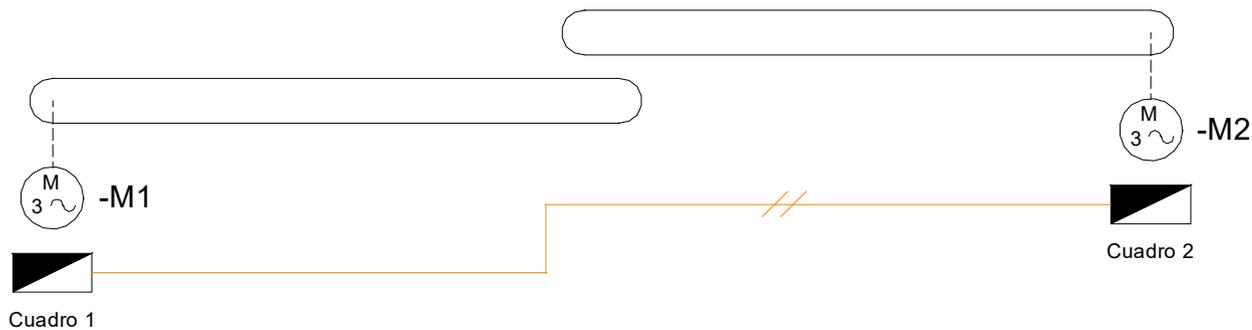
Distintas configuraciones para la alimentación al sistema de mando de un sistema automático eléctrico.

Generalidades.

Se pueden diferenciar dos partes en un sistema automático. Una parte operativa que realiza una determinada función y para ello necesita una energía determinada llamada **circuito de potencia** y una parte que controla la parte anterior cuya energía que utiliza es mucho mas pequeña que la parte de potencia hablando en términos relativos y que se llama **circuito de mando**. **Mando y potencia se relacionan entre si por medio de relés o contactores**. Un relé es un interruptor controlado de cualquier forma menos la manual. Los relés de conmutación activan y desactivan sus contactos mediante la aplicación de una corriente a un electroimán. La alimentación al circuito de mando consiste en aplicar los valores correctos de tensión y corriente a estos relés y contactores.

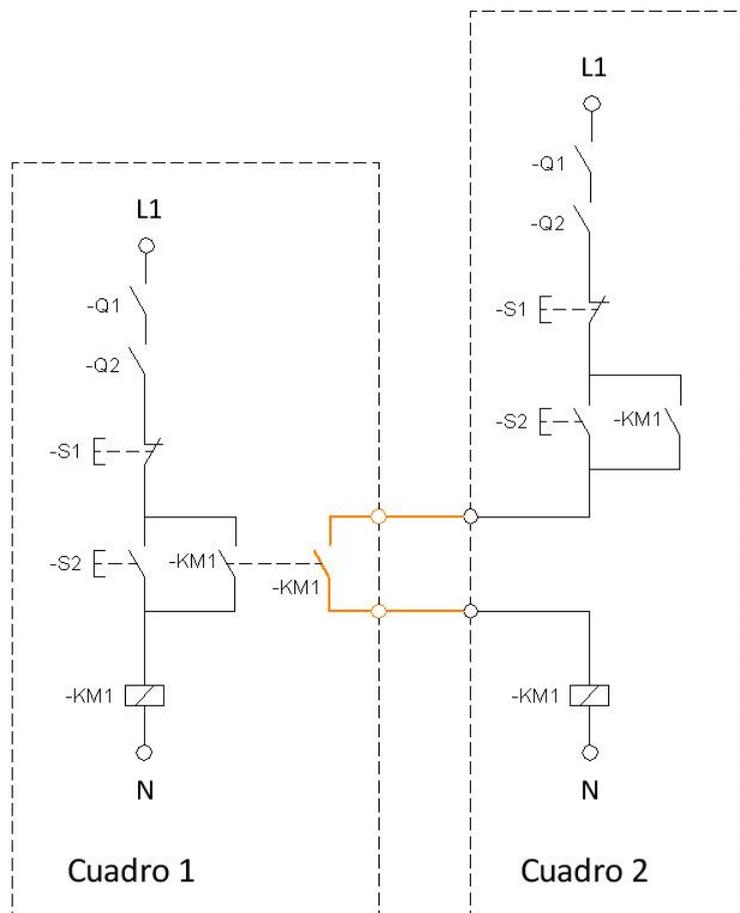
La sección mínima a utilizar en circuitos de mando será de 0,75 mm². Los colores de los conductores a utilizar serán los siguientes: **Rojo, Azul y Naranja**.

El naranja se utiliza para conexiones que no quedan sin tensión cuando se desconecta el interruptor general de un cuadro. Por ejemplo imaginemos que tenemos el proceso de la siguiente figura.



El motor 1 tiene su propio cuadro y se activa desde él. El motor 2 también se activa desde su propio cuadro **pero solamente** cuando está funcionando el motor M1.

El esquema de mando para los dos cuadros será el siguiente:



Se puede ver que si desconectamos con Q1 el cuadro 1 se desactiva tanto el motor M1 como el M2; pero ojo, dentro del cuadro 1 se podrían tener elementos en tensión **ya que no se ha desconectado el cuadro 2**. Como precaución se utilizarían cable y bornas naranja para indicar esta situación, es decir; para indicar que después de desconectar el interruptor principal se puede tener tensión en el cuadro; pudiendo llegar ésta por otro camino (dicho conductor naranja).

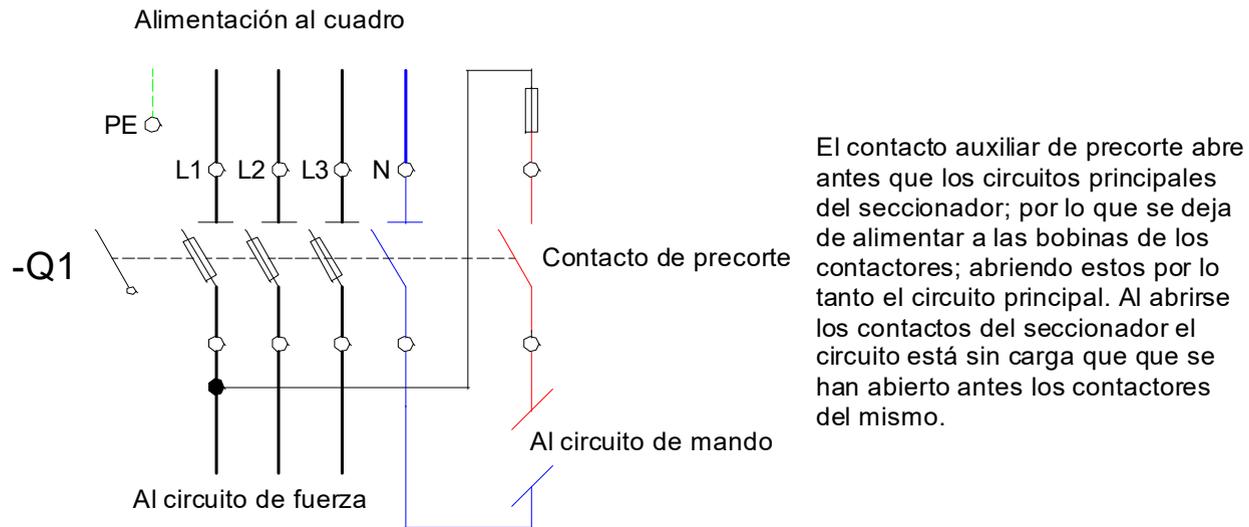
Alimentación mediante tensiones existentes en el circuito de potencia.

Por alimentación directa se entiende que se alimenta el mando a partir del circuito de alimentación al cuadro. Con las tensiones de hoy en día se podrían conseguir tensiones de 230 V (entre fase y neutro) y 400 V (entre fase y fase) Las bobinas a utilizar en los contactores tendrán que ser de la misma tensión utilizada en el circuito de mando.

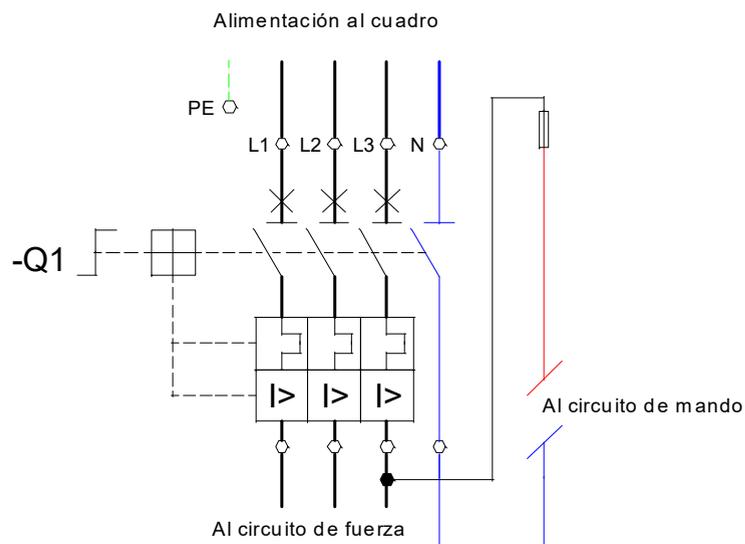
Como regla general deberá haber un interruptor general (con aptitud para el seccionamiento) que nos separe el automatismo de la red cuando queramos trabajar en un cuadro, por ejemplo para tareas de mantenimiento.

La alimentación al circuito de mando se hará preferentemente por debajo de este interruptor general de forma que al cortar la alimentación al circuito de potencia también se corte la alimentación al circuito de mando. (Pueden quedar en algunos cuadros algunos circuitos sin cortar al accionar el interruptor principal como pueden ser los relativos al alumbrado interior del cuadro o alguna toma de corriente que se utilizara para conectar herramientas para el mantenimiento).

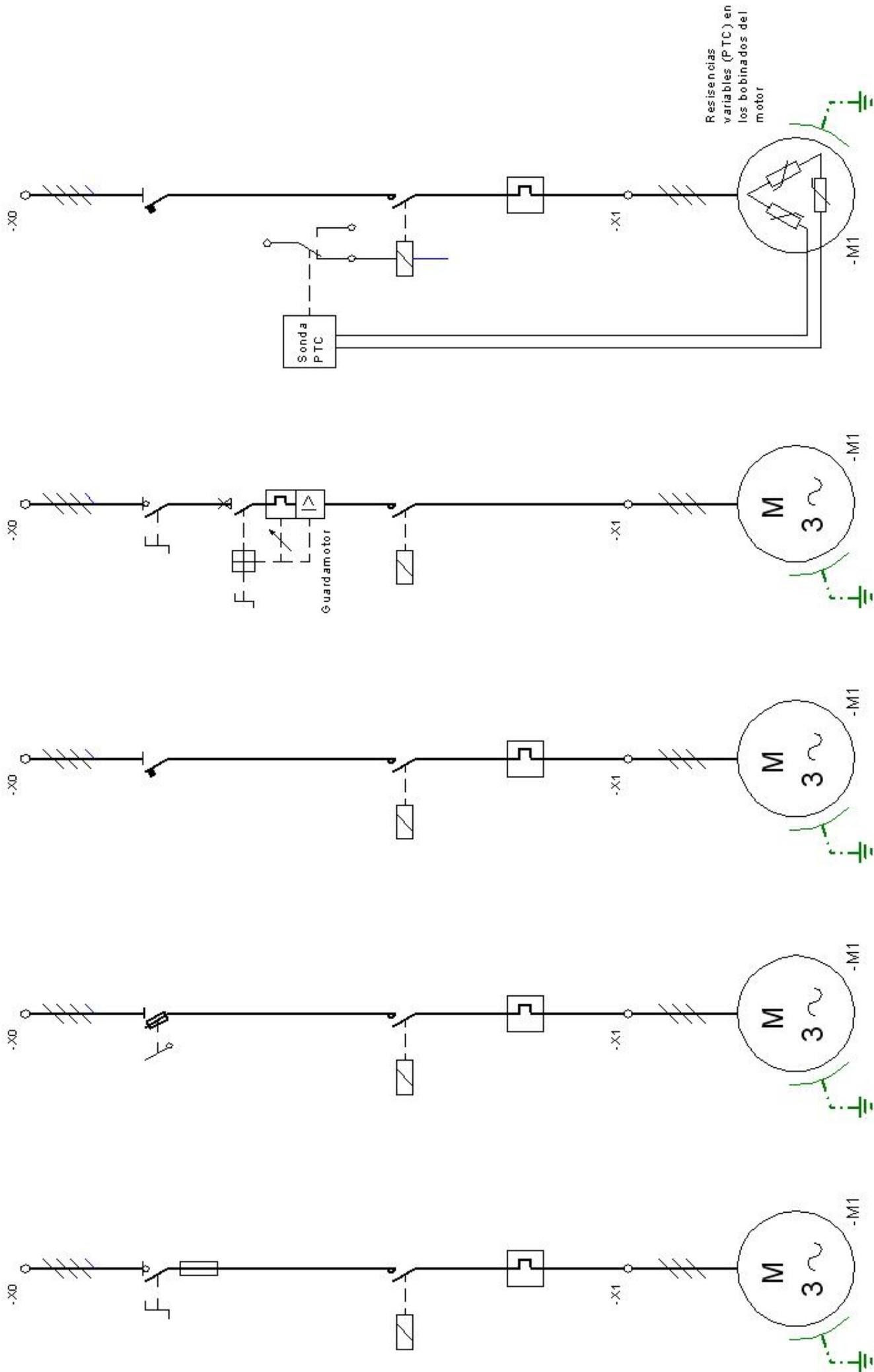
Si se utiliza un **seccionador** para separar el automatismo de la red se utilizará un **contacto NA de precorte** dependiente del seccionador en el circuito de mando de manera que al abrir el seccionador este contacto NA se habrá **antes** de que lo hagan los contactos de potencia del seccionador, de forma que desconecte las bobinas existentes en el circuito; esto hará que los elementos que abren en realidad el circuito sean los contactores. Recordemos que **un seccionador no está diseñado para abrir circuitos "en carga"**.



Si se utiliza un interruptor para seccionar el automatismo de la red no hará falta el contacto de precorte anterior. Es decir, el esquema será igual al anterior sustituyendo el seccionador por el interruptor y anulando el contacto de precorte.



Distintas configuraciones de los elementos de protección para proteger un cuadro eléctrico. En este caso particular para el arranque directo de un motor asíncrono trifásico.



Selectividad entre protecciones.

Los circuitos en que se divide una instalación pueden a su vez dividirse en otros circuitos que a su vez pueden dividirse en otros de forma que el sistema presenta generalmente una ramificación arborescente.

Cada circuito llevara una serie de protecciones de forma que si se produce un defecto este le puede afectar a más de una protección particular.

La **selectividad** consiste en que solamente actúen las protecciones que están inmediatamente aguas arriba del defecto que se produce, de forma que dicho defecto no le afecte a otros circuitos.

Existen varios tipos de selectividad:

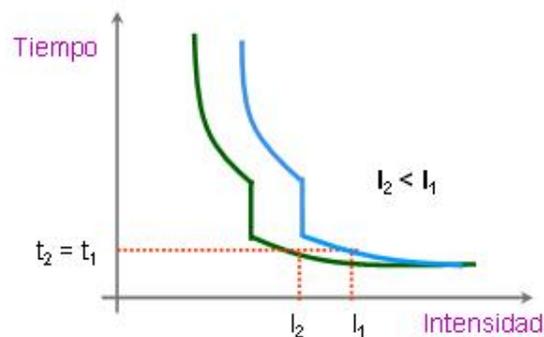
Selectividad amperimétrica.

Se basa en el desfase en intensidad de las curvas de disparo de los interruptores automáticos situados antes y después. Se verifica comparando dichas curvas y comprobando que no se solapan. Se aplica a la zona de sobrecargas y a la de cortocircuitos y es tanto mejor cuanto mas difieren entre si los calibres de los aparatos.

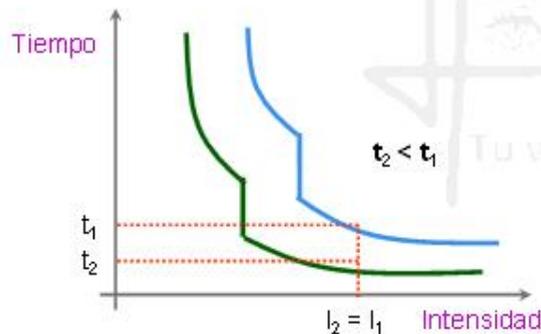
Selectividad cronométrica.

Se basa en el desfase de tiempo de las curvas de disparo de los interruptores automáticos en serie. Se comprueba comparando las curvas y se aplica la selectividad en la zona de cortocircuitos. Se utiliza como complemento a la selectividad amperimétrica. Es preciso que el interruptor situado aguas arriba sea temporizable y que sea capaz de soportar la corriente de cortocircuito y sus efectos durante toda la temporización.

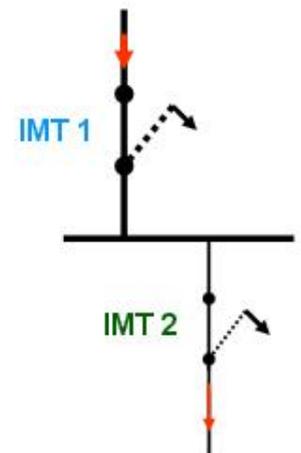
Es habitual que existan en ambientes industriales relés diferenciales en cascada, es decir, uno de cabecera por ejemplo y otros aguas abajo protegiendo circuitos individuales o agrupaciones de circuitos. Deberá existir una **selectividad** entre un diferencial aguas abajo que actúe y el de cabecera para que no se desconecte todo el sistema; esta selectividad será cronométrica retrasando su actuación el diferencial de cabecera un tiempo determinado; el resto de diferenciales será de respuesta instantánea.



Selectividad amperimétrica



Selectividad cronométrica



Selectividad lógica.

Se realiza entre dos aparatos que se comunican a través de una conexión específica. Cuando el interruptor automático situado después detecta un fallo, envía una señal al aparato situado antes, el cual asumirá una temporización de 50 ms. Si el aparato situado después no ha podido eliminar el fallo en ese lapso de tiempo, intervendrá el aparato situado antes.

Funciones a cumplir en la realización física de un cuadro eléctrico.

Existen una serie de funciones que se deben cumplir en mayor o menor medida en la realización física de los cuadros eléctricos. Los fabricantes las tienen en cuenta y ofrecen en el mercado una serie de soluciones para que se cumplan de una manera eficiente.

Estas funciones son.

Función “envolver”.

Para proteger el material de los choques, de la intemperie y para que resista las condiciones de uso mas extremas de la industria, los equipos deben ir montados en envolventes.

Envolventes. Son las encargadas de proteger mecánica y ambientalmente (dado por su IP) los elementos que llevará en el interior. Son generalmente unas cajas huecas construidas con chapa (aislada o no) o con plástico rígido en cuyo interior se colocarán los elementos que realizarán la función del cuadro.

Grado IP. El grado de protección de un elemento se indica por las siglas IP (índice de protección) seguidas de tres cifras características. La primera cifra nos indica el grado de protección contra cuerpos sólidos (Donde 0 corresponde a menor protección y 6 a la mayor). La segunda cifra indica el grado de protección contra líquidos.

Antiguamente una tercera cifra indicaba el grado de protección contra daños mecánicos (Definida por las condiciones de los ensayos con un martillo). Hoy en día este grado de protección está indicado por el **grado IK**.

Tipos de envolventes.



Función “estructurar”.

Para que los componentes puedan asociarse mecánicamente unos con otros, existen gamas de productos especialmente diseñados para montar y fijar correctamente los componentes de automatismo. El ensamblaje de dichos productos constituye la estructura del equipo. Ofrecen una gran variedad de posibilidades de montaje y, por lo tanto, una gran flexibilidad en su utilización, además de un ahorro importante en la instalación.

Placas base de montaje. Es donde se coloca físicamente la aparamenta del cuadro. Esta colocación se puede realizar directamente sobre la placa en si o sobre unos **perfiles** normalizados (perfiles Ω) que se atornillarán a dicha placa. **Los perfiles** pueden ser lisos (derecha) o troquelados (izquierda). Existen dos acabados principalmente, en la protección anticorrosiva de los perfiles: Bicromatados y Galvanizados o cincados. La tornillería seguirá el mismo criterio que el acabado del que se trate.



Bicromatado.

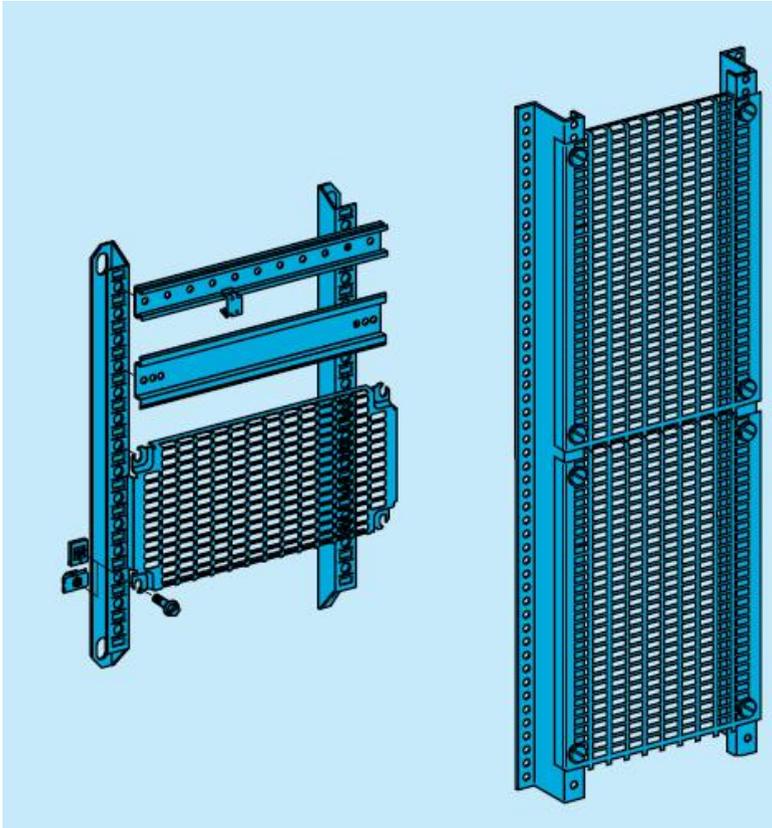


Cincado.



Bastidores.

Es un conjunto compuesto por dos montantes verticales, perforados, con muescas o sin ellas donde se fijan otros elementos estructurales.



Chasis

Función "repartir".

Existen **repartidores** cuya función básica consiste en **derivar** una corriente principal hacia varios circuitos secundarios de forma segura, sencilla y fácil de montar y cablear. Algunos modelos están diseñados para servir de soporte a los productos, lo que permite realizar intervenciones bajo tensión (por ejemplo, conexión o desconexión de un arrancador).

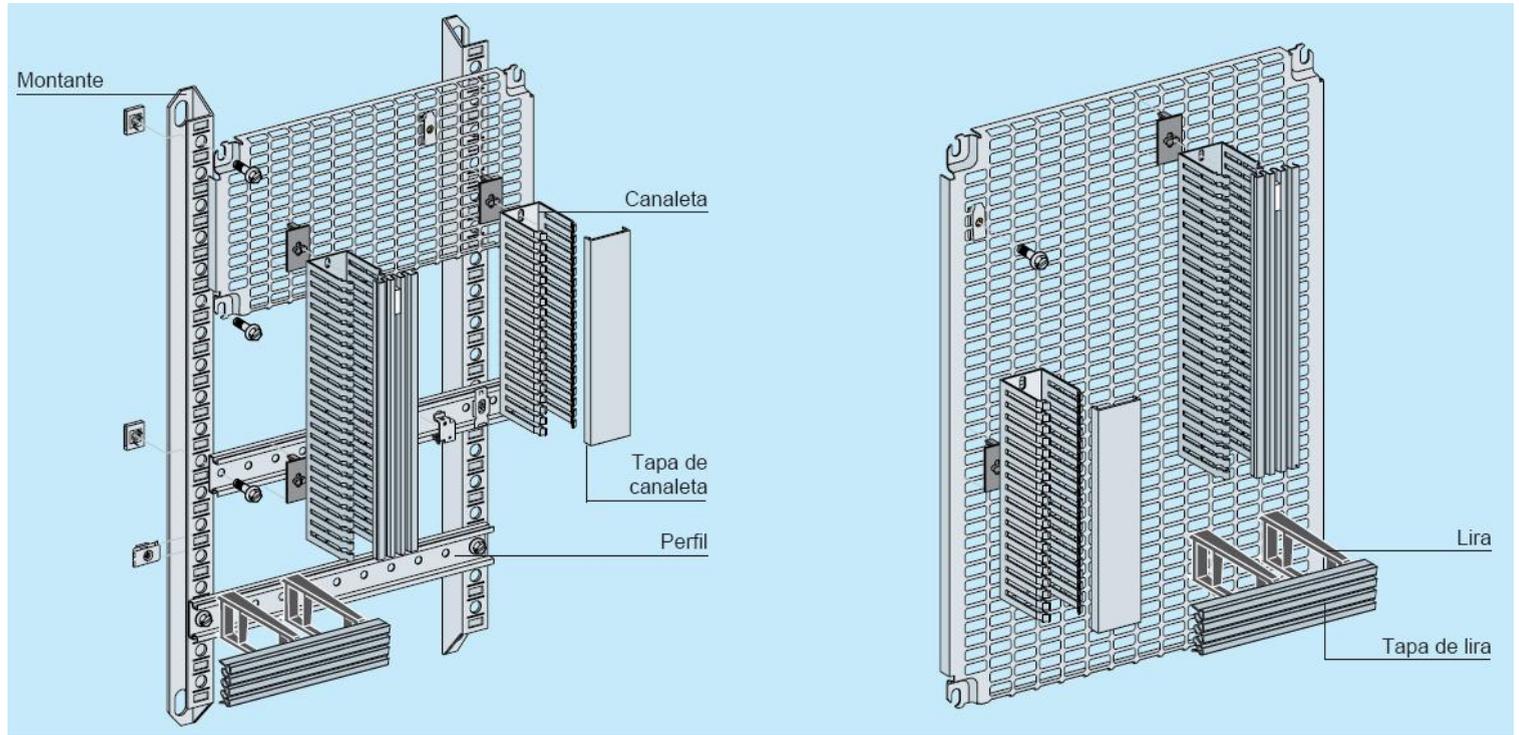


Repartidor



Bornes repartidores

Canaletas y liras. Son conductos por el que se va a colocar el cableado utilizado en el cuadro, para que este quede sobretodo ordenado.



Conexionado.

En las puntas de los cables flexibles se colocarán **terminales** engarzados con una herramienta específica para que el contacto en los bornes de los aparatos sea óptimo.

Terminales preaislados redondos	Horquillas	Horquillas de punta 90°	Enchufables planos	Enchufables planos, totalmente aislados
Horquillas gancho	Terminal-Puntera	Empalmes punta a punta	enchufables mixtos	enchufables redondos macho
Empalmes Punta a punta Termoretráctiles	Empalmes paralelos	Empalmes ciegos	Lengüetas	Enchufables redondos hembra

Crimpadora. Herramienta especializada para engarzar terminales.



Peladora de cables



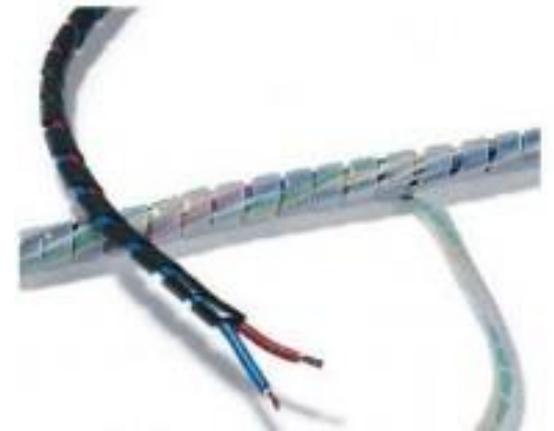
Pasacables y accesorios de fijación. (Prensaestopas y Bridas por ejemplo) Son elementos que mantienen la estanqueidad en el caso de tener que pasar cables por un agujero.



Sistemas de señalización de cables.



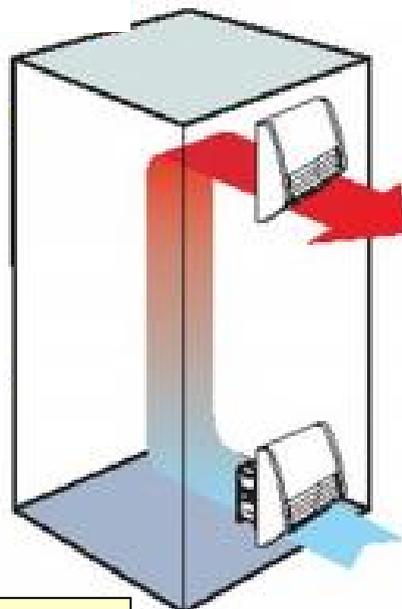
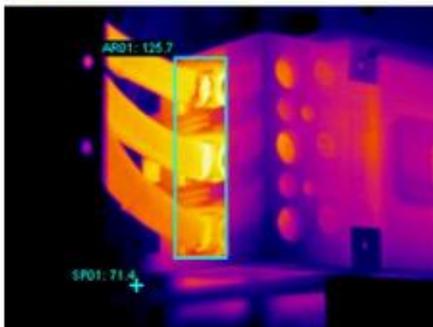
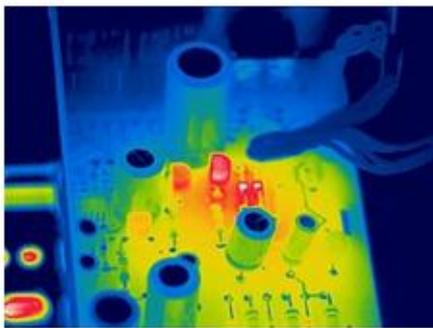
Cinta helicoidal. Para canalizar los cables hasta los elementos dispuestos en la puerta del cuadro.



Funciones "auxiliares".

Ventilación y climatización de cuadros eléctricos. La potencia disipada por los componentes y equipos de un cuadro eléctrico, elevan la temperatura en el interior de las envolventes como se puede ver en las siguientes figuras tomadas con cámara térmica. Una forma de disipar ese calor que puede ser perjudicial (por ejemplo para aparata electrónica) es utilizar ventiladores o climatizadores.

A veces es lo contrario lo que se necesita, producir calor, por ejemplo, para que no se produzcan condensaciones en el caso de que la temperatura ambiente en la que esta el cuadro baje mucho. En este caso se utilizan resistencias calefactoras para subir la temperatura del cuadro o evitar que baje.



Ventilación



Resistencia calefactora

Mecanizado del cuadro.

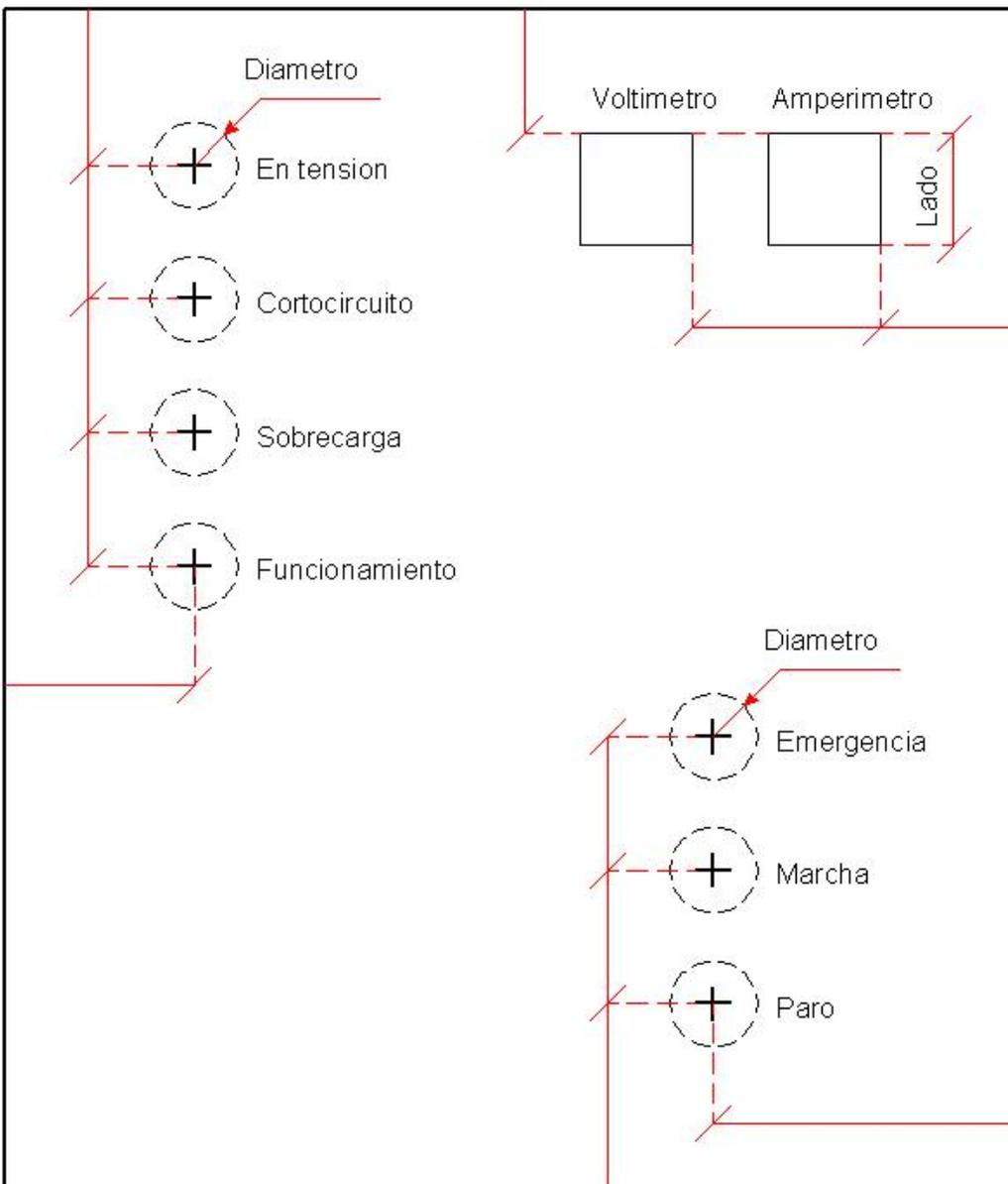
En la puerta de cuadros de automatismos generalmente se colocan elementos que sirven para controlar el estado de dicho cuadro y por extensión del proceso que se está controlando. Estos elementos consisten en pulsadores, interruptores, pilotos, displays, etc...

Para colocar los elementos anteriores hay que mecanizar la puerta. A continuación se explican las operaciones más habituales que se realizan.

Croquis mecánico del mecanizado de cuadro.

Antes de realizar el mecanizado del cuadro hay que tener el croquis o el delineado del esquema eléctrico correspondiente para así poder saber cuantos elementos van a ir en la tapa de la envolvente.

Se realizara un esquema de los centros de los agujeros redondos y su diámetro así como los agujeros rectangulares con sus medidas de largo por ancho.



Se define la **ESCALA** como la relación entre la dimensión dibujada respecto de su dimensión real, esto es:

$$\text{ESCALA} = \frac{\text{dimensión en el dibujo}}{\text{dimensión en la realidad}}$$

Si el numerador de esta fracción es mayor que el denominador, se trata de una escala de ampliación, y será de reducción en caso contrario. La escala 1:1 corresponde a un objeto dibujado a su tamaño real (escala natural).

En fabricación se recomienda el uso de ciertos valores normalizados con objeto de facilitar la lectura de dimensiones mediante el uso de reglas o escalímetros.

- 1 : 2
- 1 : 5
- 1 : 10
- 1 : 20
- 1 : 50
- 1 : 100
- 1 : 200

ESCALA. 1 : 5

En el esquema se pueden ver las cotas en color rojo. Las medidas (cotas) hay que realizarlas de modo que el cuadro quede definido de forma inequívoca para poder mecanizarlo.

Se procura que no se crucen las líneas continuas. Las líneas de trazos son líneas auxiliares.

Se pueden dar indicaciones aparte, del tipo de todos los agujeros del mismo tamaño o los agujeros son cuadrados.

La medición y los errores.

Magnitud es todo aquello que se puede medir. Por ejemplo, la distancia, el tiempo, la tensión eléctrica, la resistencia, etc...

Medir es comparar un valor de una magnitud con una referencia que llamamos unidad, por ejemplo, comparar la longitud de una mesa con el metro, que es la unidad de longitud.

Llamamos unidad a un patrón fijo de referencia para cada una de las magnitudes.

La expresión de una magnitud se compone del valor de la magnitud y de la unidad de referencia. Longitud = 10 m, Superficie = 25 m², etc...

Algunas magnitudes se utilizan con profusión en planos de forma que vienen a completar la información gráfica que en estos se da; por ejemplo todas las medidas que corresponden a longitudes y ángulos en piezas y mecanizados mecánicos; las medidas correspondientes a que intensidades máximas pueden soportar determinados circuitos eléctricos, etc...

Errores en la medida.

En toda medida se comete un cierto error.

Error absoluto es la **diferencia** entre el valor exacto (real) y el valor medido. $100 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$.

Error relativo es el valor absoluto del **cociente** entre el valor medido y el valor exacto (real); suele darse en %.

Por ejemplo:

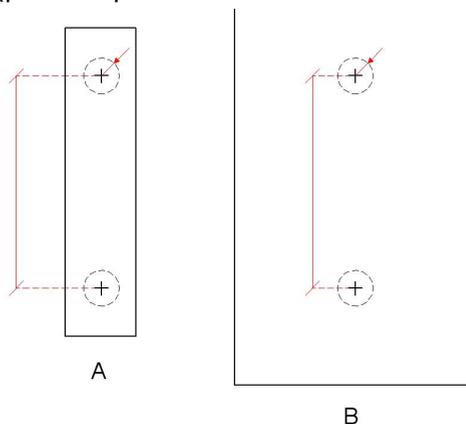
Valor real: 230 V; valor medido: 218 V.

Error absoluto: 12 V

Error relativo: $(12/230) \times 100 = 5,2 \%$

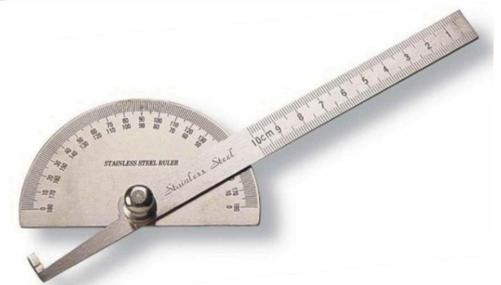
Los errores son importantes ya que pueden dar lugar a que la realización o el montaje de una pieza no sea el correcto y no se pueda utilizar. (Son importantes sobre todo cuando las medidas de las piezas tienen relación con medidas de otras piezas).

Por ejemplo si la pieza A no se especifica correctamente no se podrá colocar en la B de forma que se pueda unir mediante un tornillo. Si la medida de A y de B es de $10 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$ puede que los centros de los distintos agujeros no queden centrados (podrían quedar a una distancia de 2 cm). En este caso una medida aceptable podría ser de $100 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.



Instrumentos de medida para magnitudes lineales y angulares.

Metros, reglas graduadas y cintas métricas. Por ejemplo el metro se utiliza mucho en instalaciones interiores para saber a que altura colocaremos los mecanismos de la instalación. Una regla graduada se puede utilizar para colocar los distintos elementos en el frontal de un cuadro de automatismo (pulsadores, pilotos, etc...). Una cinta métrica se puede utilizar para colocar las distintas farolas en una calle.



Compases, goniómetros y transportadores. Sirven para medir y trazar ángulos

Operaciones de **trazado** y **marcado**.

Consiste en la señalización de contornos, líneas, ejes de simetría y agujeros y ranuras que hay que realizar en la superficie exterior de una pieza de acuerdo con un esquema previo realizado. **Por ejemplo marcar donde van a ir los agujeros de los pilotos y pulsadores en la tapa de un cuadro de automatismo. Otra operación de marcado y trazado es donde van a ir ubicados los sensores en un recinto o en una maquina, así como por donde van a ir las canalizaciones.**

Se señalarán los lugares donde irán colocados los aparatos, los centros de los distintos agujeros, etc... Para hacerlo se utilizan los siguientes elementos.

Punta de trazar. Es una varilla de acero terminada en punta afilada.

Granete. Tiene un extremo en punta y el otro más ancho y plano, preparado para ser golpeado por un martillo en caso necesario. La función del granete es producir una hendidura en el metal para que la broca cuando gire agarre y no patine.

Compas de trazar. Utilizado para medir y trasladar distancias además de poder trazar circunferencias.

Escuadra. Para colocar o marcar elementos a 90 grados y a 45 grados como en la figura.

Nivel de burbuja. Para colocar elementos a la misma altura.

Rotulador, y alcohol para borrar marcas.



Procedimientos y medios de mecanizado.

Las operaciones de mecanizado son todos aquellos **procesos mecánicos** destinados a transformar ciertos materiales en una pieza funcional (es decir, que esta sea útil); en nuestro caso se concreta en la creación de armarios o cuadros eléctricos.

Mecanizado de envolventes, montaje y conexionado de elementos.

Las principales operaciones de mecanizado que se realizan en el montaje de cuadros eléctricos son las siguientes:

Operaciones de sujeción.



Tornillo de banco



Sargento

Operaciones de taladrado.

Se taladrarán los agujeros de un diámetro determinado (mediante brocas o coronas) para colocar posteriormente los pulsadores, selectores, pilotos, etc en la tapa del cuadro. Se cortarán mediante una sierra de calar los agujeros cuadrados que se necesiten (por ejemplo para voltímetros de perímetro cuadrado).

Taladros.

Dispositivos de un taladro.

Portabrocas.

Percutor. Para trabajar en materiales pétreos, como hormigón o ladrillo. Confiere a la broca un movimiento de martilleo sobre el material, que se superpone al de giro.

Inversor de giro. Para cambiar el sentido de rotación de la broca.

Bloqueo del gatillo. Cuando se acciona el gatillo queda apretado de manera continua.

Selector de velocidad. Seleccionar la velocidad de giro de la broca.

Como norma general se trabajara con velocidades lentas cuando se utilicen brocas de diámetro grande o materiales de gran dureza (chapas de acero).

Las velocidades altas son adecuadas para materiales blandos, madera y diámetros de broca pequeños:

Tope de profundidad.

Control de par de apriete.

Elegir la broca adecuada.

Sobre superficies metálicas o cerámicas, marcar el punto donde se va a perforar mediante una **punta de trazar** o un **granete** para evitar que la broca se deslice.

Los orificios de gran diámetro se realizarán mediante aproximaciones sucesivas. Por ejemplo, para un orificio de 12 mm, se realizara previamente un taladrado de 6 mm.

Desactivar la percusión para trabajar en metal, madera, plástico y baldosas cerámicas.

Lubricar la broca para trabajar en metal.

Para grandes diámetros utilizar **coronas**.

Extraer siempre la broca del material mientras esté girando, es decir, sin parar el taladro.





Brocas. Es una barra de acero templado muy duro, afilada por un extremo, que al girar puede penetrar en un cuerpo y cortar pequeñas porciones llamadas **virutas**. Hay distintos tipos de brocas según sea el material a taladrar; así, utilizaremos brocas para metal en cuadros eléctricos metálicos, brocas para piedra y similares para colocar abrazaderas en una pared, brocas para madera si necesitamos colocar un halógeno en un mueble de madera.

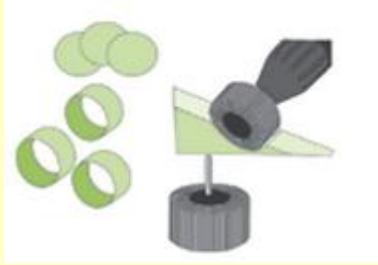
Otras operaciones que se pueden hacer con el taladro.

Atornillado (con control de velocidad).

Elegir la punta de atornillar que coincida con la forma y tamaño de la cabeza del tornillo.

Lijado.

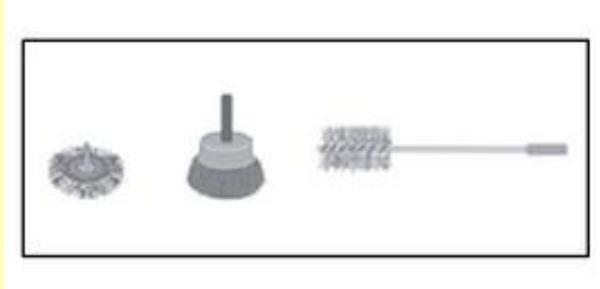
Se seleccionara el grano de la lija y el tipo de accesorio dependiendo del lijado que se vaya a realizar.



Cepillado.

Se seleccionará la dureza de las púas del cepillo en función del material a cepillar.

La dureza de las púas debe ser siempre inferior a la del material a trabajar.



Brocas metálicas



Broca HSS Laminada.



Broca HSS Rectificada.



Broca HSS Titanio.



Broca HSS Cobalto.



Broca Cónica HSS Titanio. Utilizaremos este tipo de broca, cuando n



Operaciones de **corte**.

Cizallado (Corte **sin** desprendimiento de viruta) **Por ejemplo en placa base de cuadros.**

Cizalladora de chapa

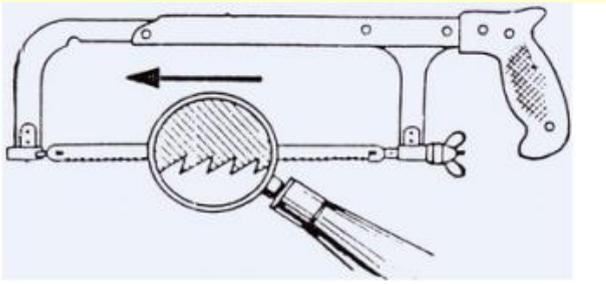


Cizalladora de perfiles



Serrado (Corte **con** desprendimiento de viruta) **Por ejemplo en perfiles y en canaletas.**

La posición de los dientes esta orientada hacia adelante.



Las hojas de sierra:



Hoja de Sierra Bimetal.



Hoja de Sierra HSS.



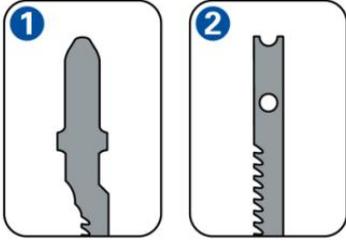
Hoja de Sierra de Acero al Carbono. Stanley.



Tronzadora –ingletadora para canaletas

Serrado con sierra de calar. A una pequeña sierra se le transmite un movimiento alternativo (de arriba abajo) mediante un motor.

Formas de sujeción de la sierra de calar.



Las hojas para metal se caracterizan por tener dientes pequeños. Cuando se está trabajando hay que pararse cada cierto tiempo para que la hoja se enfríe.



Para acero inoxidable.



Para metacrilato.



Detalle de la regulación pendular de la hoja. Para no dañar el metacrilato se dejara en el centro. Para la chapa de acero se puede subir hasta el uno.



Punzonado.

Para agujeros grandes en chapa, una opción son los sacabocados. Constan de un tornillo de presión que se gira y troquea la chapa.

Con esta herramienta y los moldes adecuados se pueden realizar también **agujeros cuadrados**.

Limado.

Se limarán las rebabas resultantes para que no puedan producir accidentes al personal correspondiente o desperfectos en el material (cortes en los cables por ejemplo).



Operaciones de **doblado y curvado**. Por ejemplo doblado de tubos rígidos plásticos para la colocación en superficie en un garaje. (O doblado de tubos metálicos).



Paso 1

Si aplicamos directamente calor sobre la superficie a curvar, a la hora de hacerlo, podemos estrangular la zona y los cables no podrán pasar por el interior del conducto de plástico.



Paso 2

Por eso, para conseguir un buen resultado, es conveniente introducir un tubo de goma, por ejemplo un tubo de gas, en el interior del conducto antes de calentar la zona deseada. Evidentemente éste deberá tener un diámetro inferior al tubo de pvc.



Paso 3

Una vez que hayamos insertado la pieza de goma, damos calor en la superficie de plástico con la pistola de aire caliente en posición de máxima potencia, dejando la distancia mínima que nos indica el fabricante de la herramienta.



Paso 4

Cuando el plástico se haya reblandecido, doblamos el conducto y comprobamos que el relleno evita que se pliegue.



Paso 5

Dejamos que se enfríe y sacamos el tubo de goma.



57

Dobladora manual para tubos metálicos.



Made in Spain

0-90 °

Steel

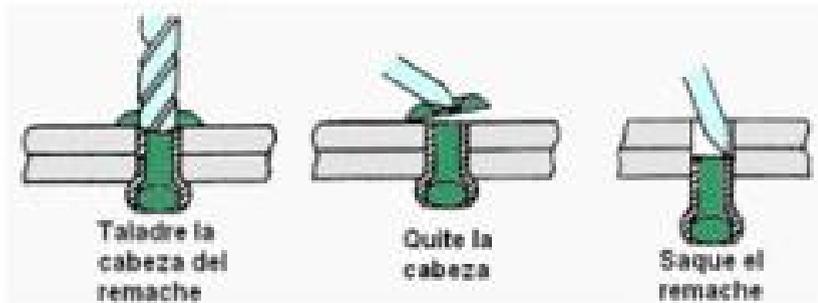
Operaciones de unión.

Mediante remaches. Por ejemplo para unir las canaletas a la placa base.



Remachadora manual

Para el caso de tener que extraer un remache.



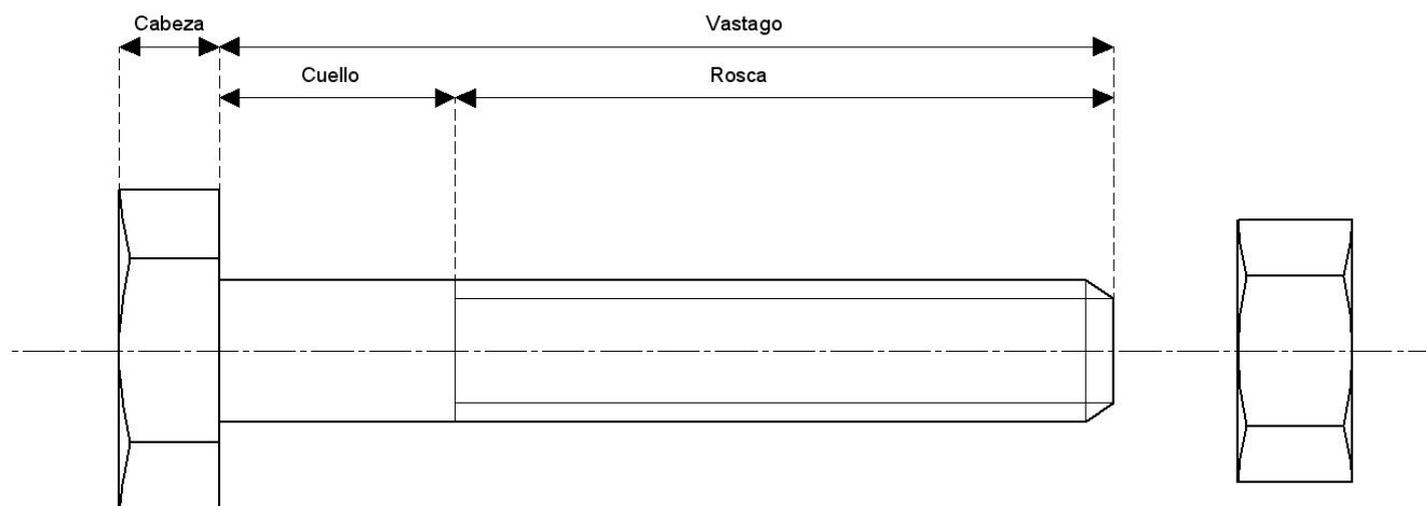
Mediante roscas, tornillos y tuercas.

Se denomina **tornillo** a un elemento **mecánico** cilíndrico dotado de cabeza, generalmente metálico, utilizado en la fijación de unas piezas con otras, que está dotado con una rosca helicoidal, que mediante una fuerza de torsión ejercida en su cabeza con una **llave** adecuada o con un **destornillador**, se puede introducir en un agujero roscado a su medida o atravesar las piezas y acoplarse a una **tuerca**.

El tornillo deriva directamente de la **máquina simple** conocida como **plano inclinado** y siempre trabaja asociado a un orificio roscado. Los tornillos permiten que las piezas sujetas con los mismos puedan ser desmontadas cuando la ocasión lo requiera. La parte más importante de los tornillos y tuercas es la rosca. Una rosca es la hélice construida sobre un cilindro, con un perfil determinado y de una manera continua y uniforme. Si la hélice es exterior resulta un tornillo y si es interior tuerca. Se puede considerar como si un prisma se enrollase alrededor y a lo largo de un cilindro que se llama núcleo. Estos prismas en forma de hélice reciben el nombre de hilos o filetes de rosca.

Partes de un tornillo.

Cabeza y vástago, que a su vez consta de cuello y rosca.



Designación de los tornillos.

Tiene dos partes fundamentales.

1 parte. Consta de la denominación del objeto. Los tornillos se suelen caracterizar por el tipo de cabeza que tienen.

2 parte. Esta compuesta de los siguientes apartados. Sistema de rosca que posee, longitud de su vástago, norma específica, tipo de ejecución y características mecánicas o resistencia.

Tornillo de cabeza hexagonal M18 x 2,5 x 60 UNE-EN 4017 g 5.8

Tipos de tornillos.

Tornillo de cabeza **hexagonal**. Para unir piezas con gran apriete.

Tornillos con cabeza **avellanada**. Para ocultar la cabeza en un avellanado.

De mariposa. Para piezas que se montan y desmontan con gran frecuencia.

Tornillo de cabeza cilíndrica con hexágono interior (Allen). Para uniones con buen apriete en lugares angostos.

Autorroscantes para chapa. La rosca la realiza el propio tornillo al introducirse en una chapa de pequeño espesor o en un material blando (plástico).

Tirafondos. La rosca la realiza el propio tornillo al introducirse en la madera.

Esparrago.

Son tornillos sin cabeza que van roscados en sus dos extremos con diferente longitud rocada, entre los cuales, hay una porción de vástago sin roscar. El extremo roscado corto permanece atornillado en la pieza que se considera fija, mientras que en el otro extremo se atornilla la tuerca que proporciona la unión.

Arandelas.

Son piezas cilíndricas taladradas de muy poca altura en relación a su diámetro. Generalmente se sitúan entre la tuerca (o cabeza del tornillo) y la pieza a unir. Entre sus funciones puede estar el reparto de la presión de carga o el inmovilizado de las tuercas y tornillos frente a vibraciones (elemento de seguridad).



Realización de zanjas en paredes.

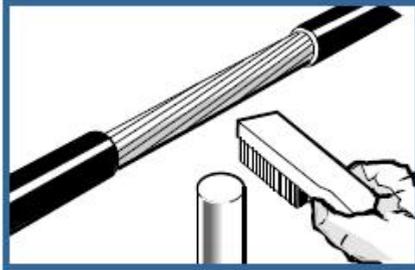
Mediante cincel, rebarbadora o **rozadora** específica.



Soldadura aluminotérmica. (Se utiliza en tomas de tierra).

El procedimiento de soldadura aluminotérmica aprovecha la alta temperatura que se desarrolla en la reacción provocada por la reducción del óxido de cobre por el aluminio. La reacción tiene lugar en el interior de un molde-crisol de grafito, en el que previamente se han introducido las piezas a soldar; el metal resultante de la reacción aluminotérmica, en estado de fusión, fluye sobre ellas, fundiéndolas y formando una masa compacta y homogénea.

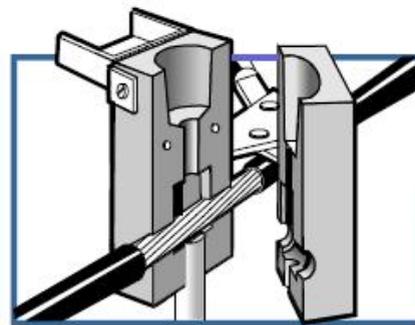
Proceso de soldadura.



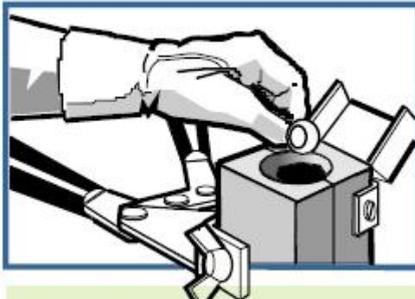
Si el cable dispone de aislamiento, eliminarlo en una longitud de 15 cm.
Utilizando la carda, cepillar las partes metálicas a soldar para eliminar todo resto de óxido o suciedad.



Antes de realizar la primera soldadura, es imprescindible precalentar el molde con una lámpara de soldar durante 5 minutos.
De esta forma, se eliminará la humedad del molde y se evitarán soldaduras porosas.



Abrir el molde, separando los mangos de la tenaza.
Para posicionar los elementos a soldar dentro del molde, seguir las instrucciones particulares de cada caso y/o consultar en caso de duda.



Cerrar la tenaza del molde, y bloquearla en dicha posición, para evitar fugas de metal fundido durante la soldadura.
Colocar el disco metálico, con la parte cónica hacia abajo, en el fondo de la tolva, para obturar el orificio de colada.



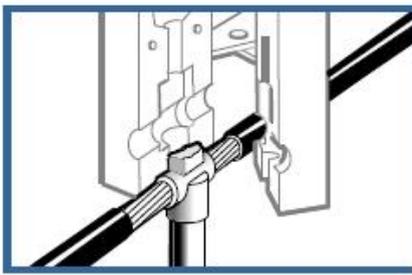
Abrir la tapa de color del cartucho y vaciar el polvo de soldadura en la tolva del molde.



Abrir la tapa negra del cartucho y espolvorear el polvo de ignición sobre el de soldadura y en el borde del molde, bajo la abertura de la tapa, para facilitar su ignición.



Cerrar la tapa del molde.
Aplicar la pistola lateralmente, sobre el polvo de ignición, y accionarla para conseguir el encendido.
Es aconsejable retirarla con rapidez una vez se encienda para evitar su deterioro.



Esperar un minuto antes de abrir la tenaza del molde. Abrirla completamente, para poder extraer la soldadura.
Durante esta operación, deberá tenerse un especial cuidado en no dañar el molde de grafito.



Eliminar la escoria de la tolva, el orificio de colada y la tapa del molde con el rascador de moldes. Limpiar los restos de suciedad de la cámara de soldadura con una brocha.
Si el molde se mantiene todavía caliente, puede hacerse una nueva soldadura sin precalentar el molde.

Seguridad básica en trabajos de mecanizado.

Seguridad básica.

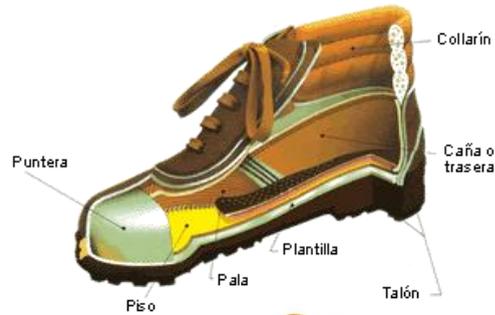
Gafas.

En todos los trabajos de mecanizado en que pueda proyectarse una viruta. Cortado, taladrado, etc. Cuando se trabaje con gases a presión, refrigerantes, nitrógeno, aire comprimido, etc...



Calzado.

Para evitar que posibles caídas de objetos en los pies nos los dañen, debido a que tienen puntera de acero.



Guantes.

Para protegerse de posibles rebabas en chapas metálicas. Para protegerse de superficies calientes (descarga de compresores) o de superficies frías (cámaras de congelación).



Mascarillas. En trabajos con polvo en el ambiente (por ejemplo al taladrar y rozar paredes). Por ejemplo cuando se esté manipulando amoníaco ya que es un gas toxico. En cámaras con atmosfera modificada ya que la atmosfera no es respirable.



Señales de obligatoriedad de uso de elementos de seguridad. (Nótese que el color de obligatoriedad es el azul)



Herramientas eléctricas.

Polímetro o multímetro.



Para medir tensiones en alterna escogemos con el dial rotativo Voltaje en Alterna (ACV) y seleccionamos la tensión de 750V (ya que las tensiones que vamos a manejar generalmente serán de 230 V entre fase y neutro y de 400 V entre fase y fase).

Para medir tensiones colocamos los cables de medida en paralelo con el circuito que queremos comprobar.

Para medir continuidad en un circuito (saber si dicho circuito está cortado o no) seleccionamos con el dial rotativo la zona de resistencias (ohmios) y elegimos la figura de las ondas sonoras. El polímetro inyecta en el circuito una corriente, si el aparato pita querrá decir que detecta la corriente y el circuito tiene continuidad., si no pita querrá decir que el circuito no tiene continuidad o una resistencia mayor de 200 ohmios., para descartar esto último rotamos el dial a la zona de resistencias viendo si nos marca algo en el display.

Para medir resistencias o continuidad el circuito a medir tiene que estar sin tensión.

Los cables para realizar las medidas se conectaran a estos terminales.

Pinza amperimétrica. Se pueden medir intensidad con el multímetro anterior pero para ello tendríamos que poner en serie el amperímetro con el circuito que queremos medir. Es mucho más rápido utilizar una pinza amperimétrica.



Para medir intensidades en alterna escogemos con el dial rotativo Amperios en alterna y rodeamos con la pinza el cable por el que pasa la intensidad que queremos medir como indica la figura de la derecha.

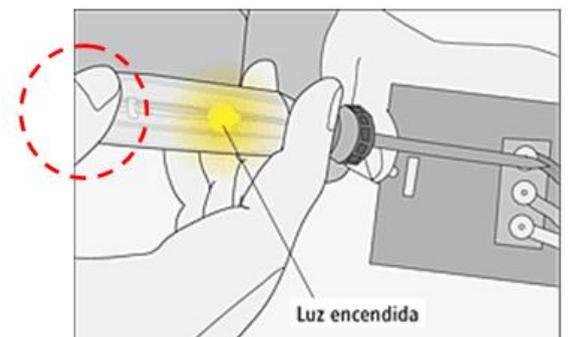
Esta pinza en particular también es multímetro ya que utilizando dos cables de medida. Seleccionando con el dial se pueden efectuar mediciones de tensión y continuidad.



Buscapolos. A veces, es necesario comprobar cual es el conductor de fase en una instalación. Para ello se puede utilizar un buscapolos.



Al tocar con la punta del buscapolos en el terminal de fase de una instalación y tocar con el dedo en la parte amarilla de dicho buscapolos (en nuestro ejemplo) se iluminara un led interno debido a que estamos cerrando con nuestro cuerpo una derivación a tierra. Si hacemos lo mismo en el terminal de neutro no se encenderá el led interno.



5 reglas de oro para trabajar con seguridad en electricidad.

Los trabajos en instalaciones eléctricas deben realizarse siempre en ausencia de tensión y cumpliendo las siguientes normas: son las denominadas **5 reglas de oro**.

1.- **Aislar** de cualquier fuente de alimentación la parte de la instalación en la que se va a trabajar. Esto es lo que llamaremos la apertura visible de los contactos en los aparatos de seccionamiento más próximos. (Por ejemplo si vamos a trabajar en un cuadro eléctrico abriremos el interruptor general (o el interruptor – seccionador general, o el seccionador general). Tener en cuenta los posibles condensadores que existan y descargarlos, por ejemplo cuando los receptores sean motores monofásicos con condensador, o cuando existan baterías de condensadores para compensación de reactiva).

2.- **Bloquear** la posición de apertura, para prever cualquier posible alimentación al circuito. (Mediante un candado, o mas de uno para que nadie pueda manipular por ejemplo un guardamotor)

3.- **Comprobar** mediante un verificador la ausencia de tensión en cada una de las partes de la instalación (fases, neutro, bornes, fusible, etc...). Para esta operación se utilizarán comprobadores de tensión y no lámparas. (En el caso de cuadros eléctricos se utilizara el polímetro)

4.- **Se pondrán a tierra y en cortocircuito** todas las posibles fuentes de tensión. (Para descargar el sistema de posibles tensiones.

5.- **Se delimitará y señalizará** la zona de trabajo.

6.- Al finalizar el trabajo, no se restablecerá el servicio hasta comprobar que no haya personas trabajando. La señalización será retirada por la misma persona que la colocó.



Detección de defectos.

¿Como se localiza una sobrecarga?

El elemento que va a actuar si existe una sobrecarga es un relé térmico o un disyuntor. Se tendrá que localizar cual es el problema y después de solucionarlo rearmar el circuito y ponerlo de nuevo en funcionamiento.

Una forma de ver si un motor esta sobrecargado es fijarse en si este humea y en el olor a quemado. Esto nos indica que los devanados (bobinas) del motor se están calentando demasiado y por lo tanto esta circulando por ellos una intensidad superior a la nominal.

Otra forma es ver si el dispositivo que mueve el motor (un ventilador, una cinta transportadora, etc...) tiene problemas para moverse, los rodamientos no tienen lubricación por ejemplo, una caja quedo atravesada en una cinta y no la deja moverse, estamos colocando demasiada carga en una cinta, etc...

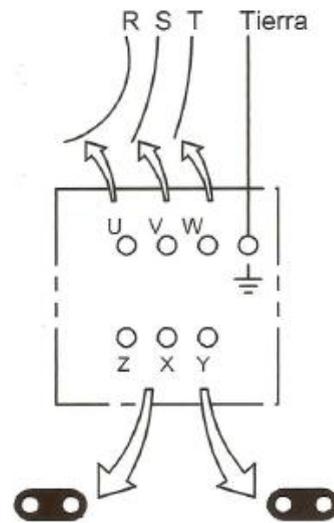
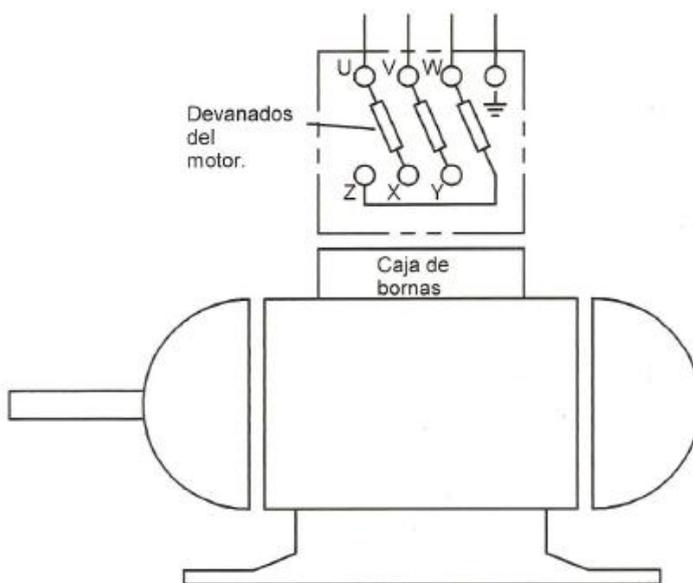
Otra forma es ver si el motor en si no tiene problemas para moverse, falta de lubricación, ejes no alineados con poleas de cinta, etc...

64

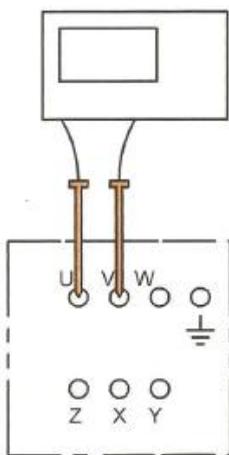
¿Como se localiza un cortocircuito?

En este caso el elemento que va a actuar será un interruptor automático o unos fusibles.

Se tendrá que ver donde esta el fallo de aislamiento que ha producido que dos conductores se toquen. Generalmente estos se producen en los motores. Para ello se comprobara con un medidor de resistencia u óhmetro el aislamiento existente en el motor entre las diferentes fases y entre estas y tierra. Si encontramos que todo esta correcto habrá que buscar el cortocircuito en otra parte del circuito.



1.- Tendremos que desembornar la conexión estrella (o triángulo) y dejar las bobinas abiertas por sus extremos. La conexión a tierra la dejamos conectada.



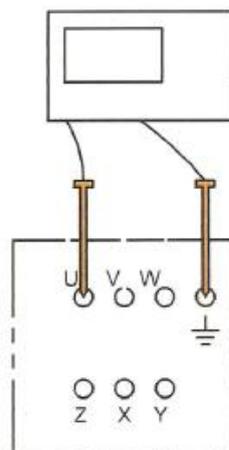
2.- Mediremos el aislamiento entre las diferentes bobinas del motor.

Entre U y V.

Entre V y W.

Entre W y U.

Si nos diese una resistencia muy pequeña (próxima a cero) sería indicio de que existe un **cortocircuito entre fases**.



3.- Mediremos el aislamiento entre cada fase y tierra.

Entre U y Tierra.

Entre V y Tierra.

Entre W y Tierra.

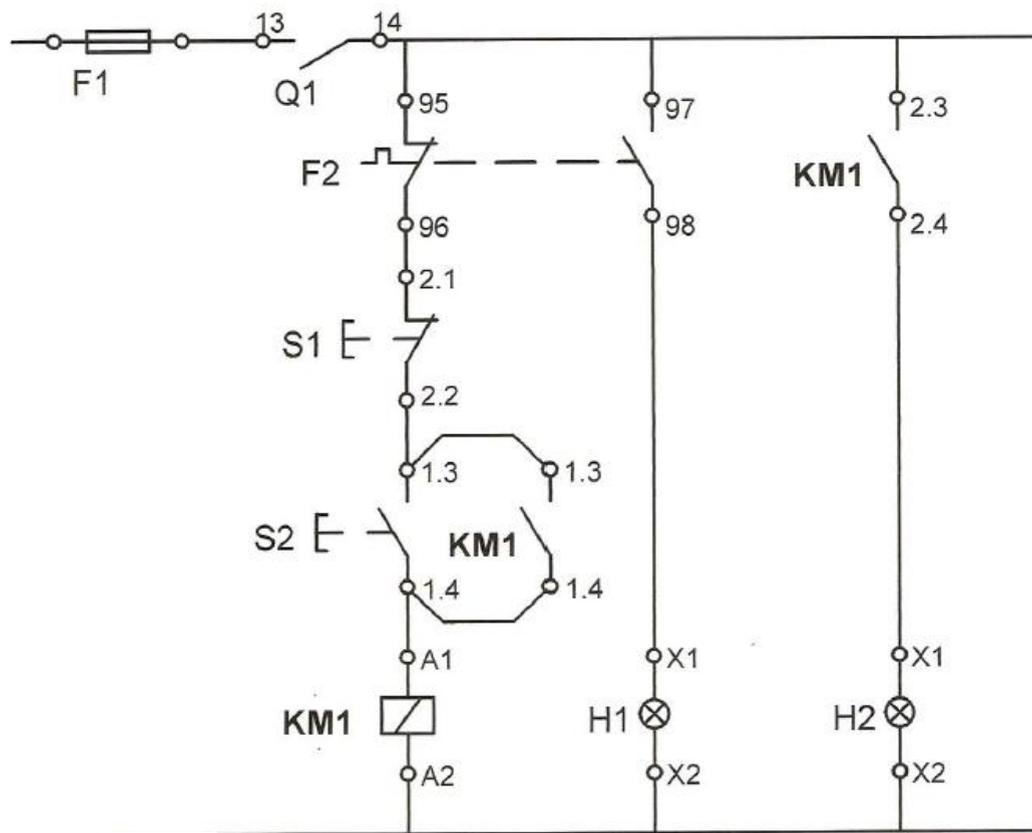
Si nos diese una resistencia muy pequeña sería indicio de que existe un contacto entre un conductor y la carcasa; es decir un **cortocircuito fase-tierra**.

En el caso de que existiese un problema en el motor tendríamos que **rebobinarlo** de nuevo.

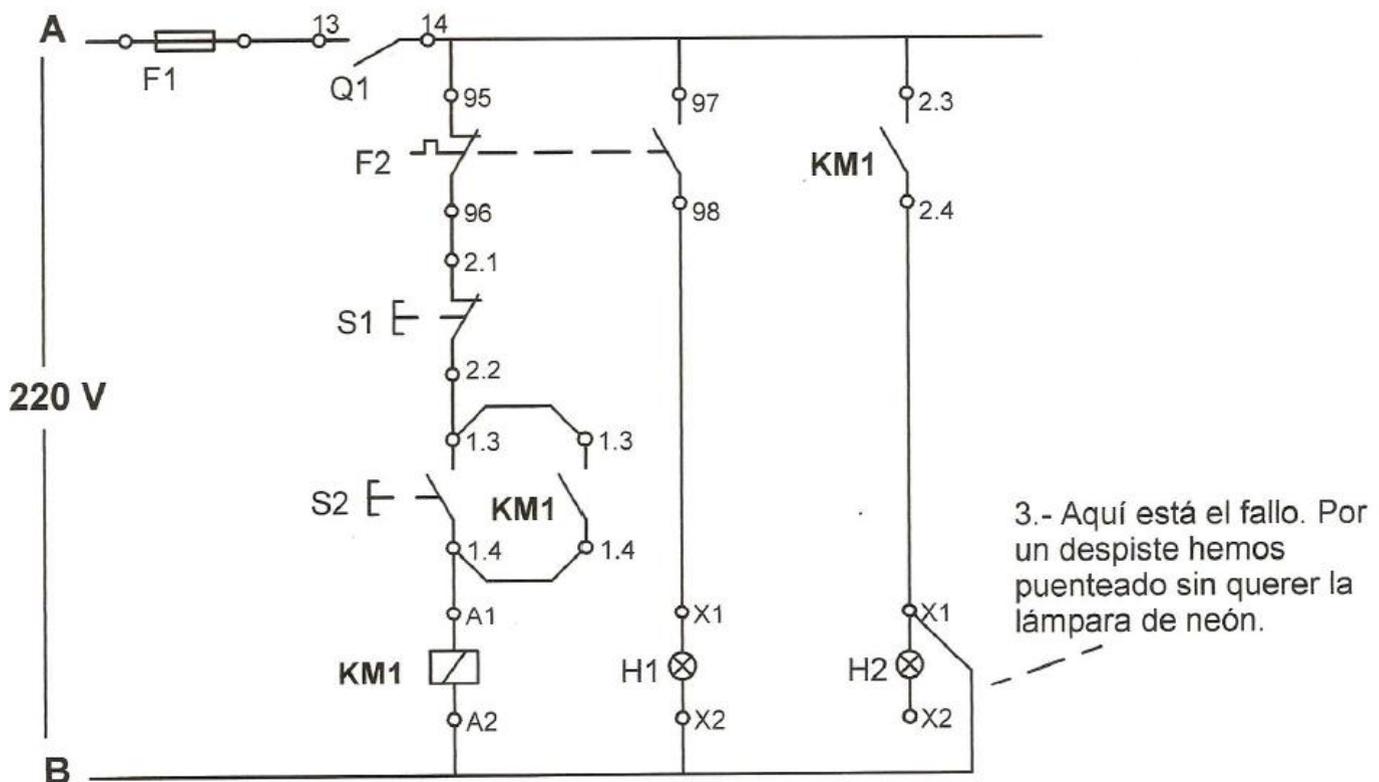
Como localizar cortocircuitos, de manera general, en el circuito de mando.

Imaginemos que actúa el fusible o el interruptor automático que protege la parte de mando. Según lo anterior, ya sabemos que tenemos un corto en dicha parte (por ejemplo se pudo haber producido por una mala conexión al realizar el cableado).

Este es el esquema de realización.



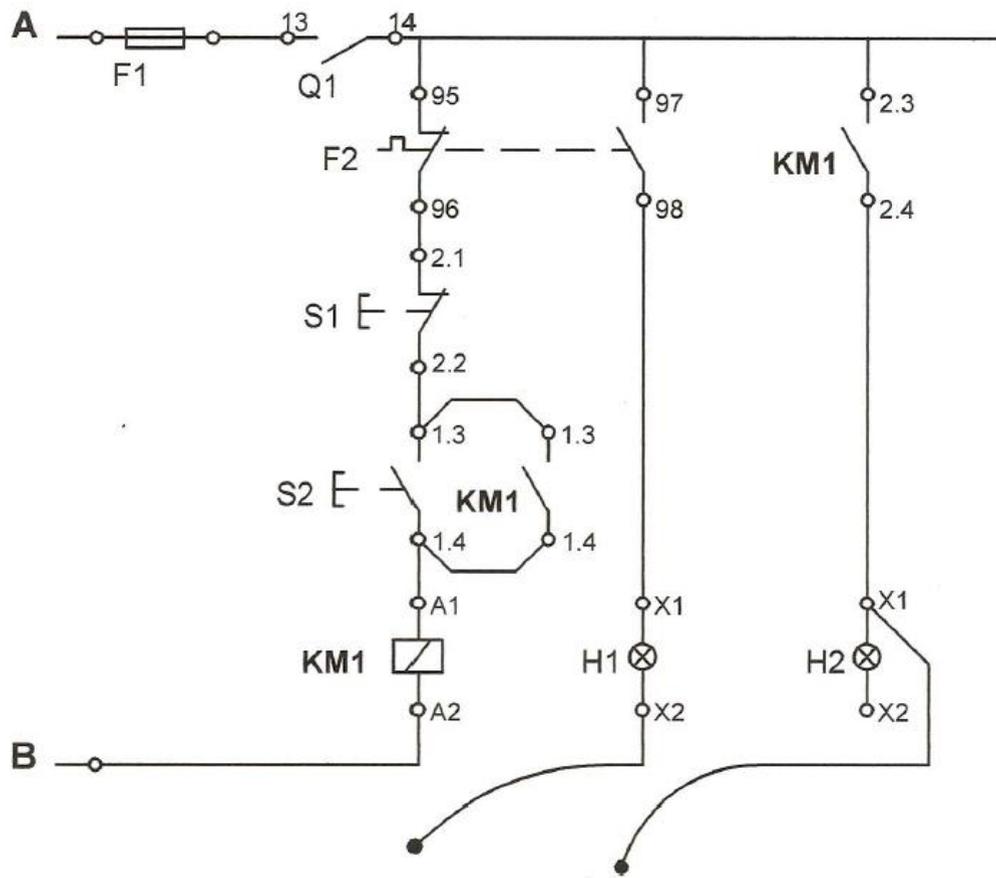
Y este es el esquema realizado. Fijarse donde está el fallo.



4.- Cuando el contactor funcione activara sus contactos auxiliares y se producirá un cortocircuito entre A y B que hará que actúe el fusible. El cortocircuito se produce porque el circuito entre A y B tiene una resistencia muy pequeña que hace que circule una gran intensidad., esta gran intensidad es la que en definitiva produce los efectos perjudiciales en los elementos de un circuito debido a la disipación de calor que produce.

Para localizar el fallo anterior, en primer lugar se corta la tensión de forma segura seccionando el cuadro.

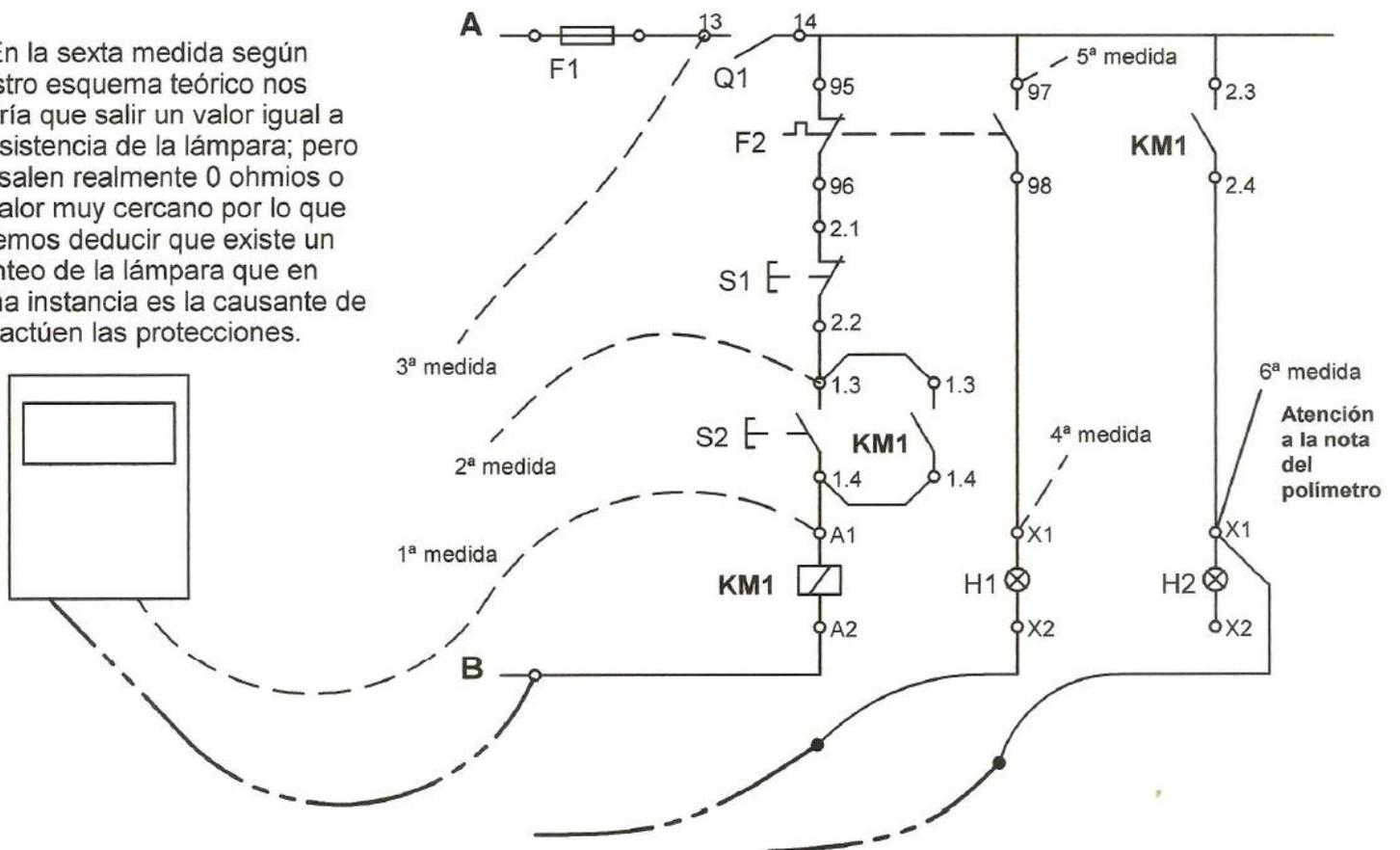
Luego se separan las ramas del resto del circuito, es decir, se separan las distintas ramas del circuito de retorno, por ejemplo como se ve en la figura.



7.- Separamos los conductores de las diversas ramas del circuito.

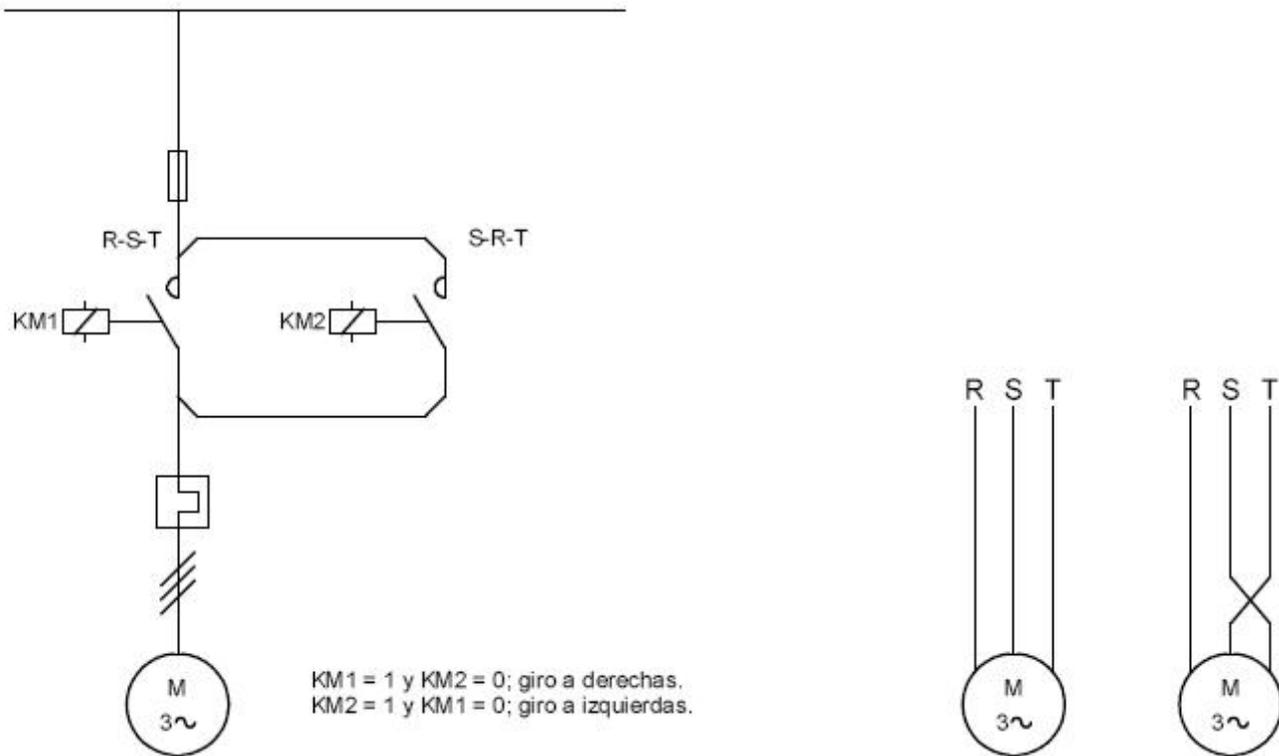
8.- Con un polímetro en la opción de medir resistencias empezamos a medir las resistencias en las distintas ramas. Por ejemplo, entre los bornes de un contacto normalmente abierto, estando este en su posición de reposo la resistencia es muy alta., si la medida con el polímetro resulta muy baja es indicio de que se ha puenteado dicho contacto.

9.- En la sexta medida según nuestro esquema teórico nos tendría que salir un valor igual a la resistencia de la lámpara; pero nos salen realmente 0 ohmios o un valor muy cercano por lo que podemos deducir que existe un puenteo de la lámpara que en última instancia es la causante de que actúen las protecciones.

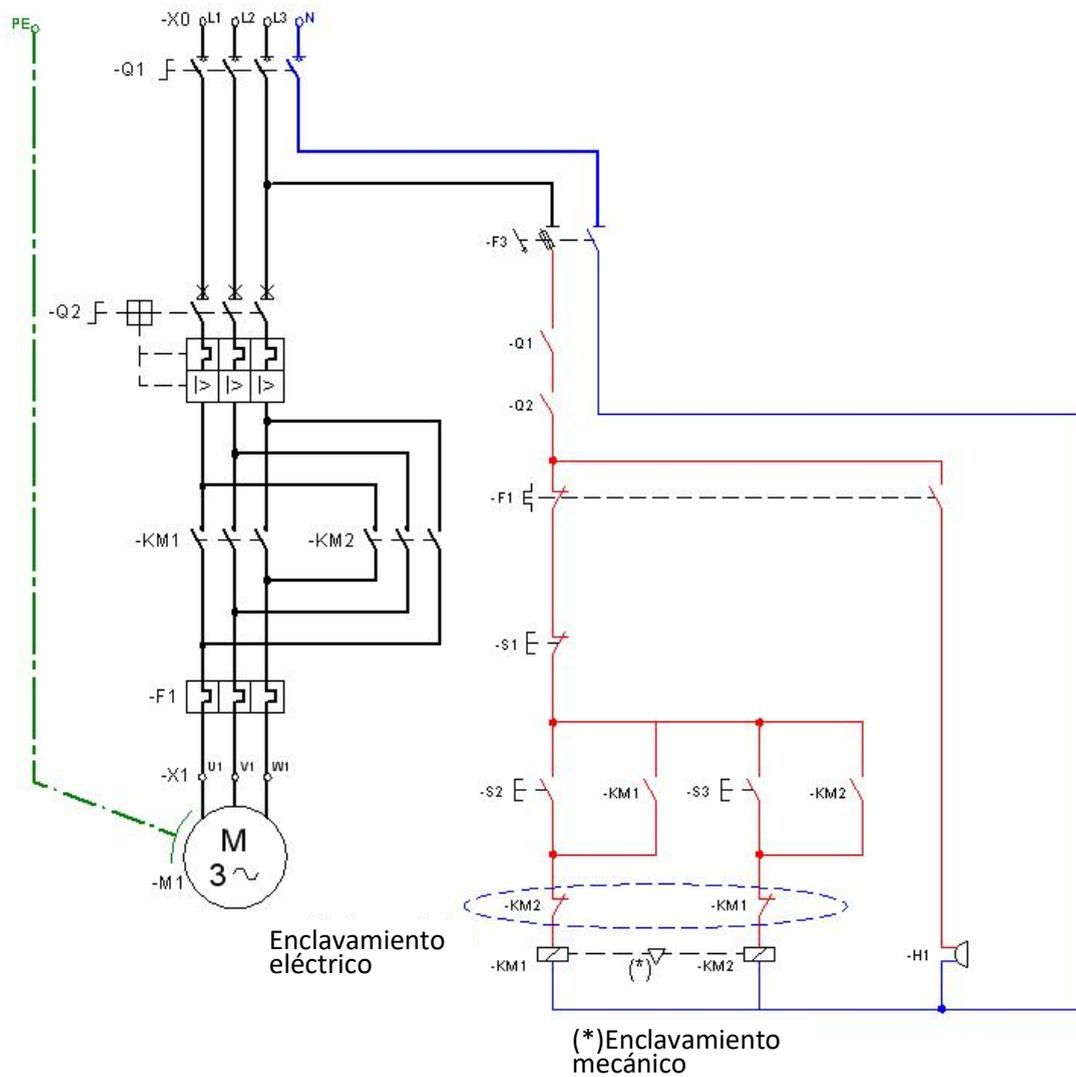


Maniobras con motores. Cambio de sentido de giro.

Para cambiar el sentido de giro de un motor asíncrono trifásico debemos **permutar dos fases cualquiera entre sí**; de esta forma el sentido de giro del campo magnético cambia y por extensión el movimiento del rotor también.



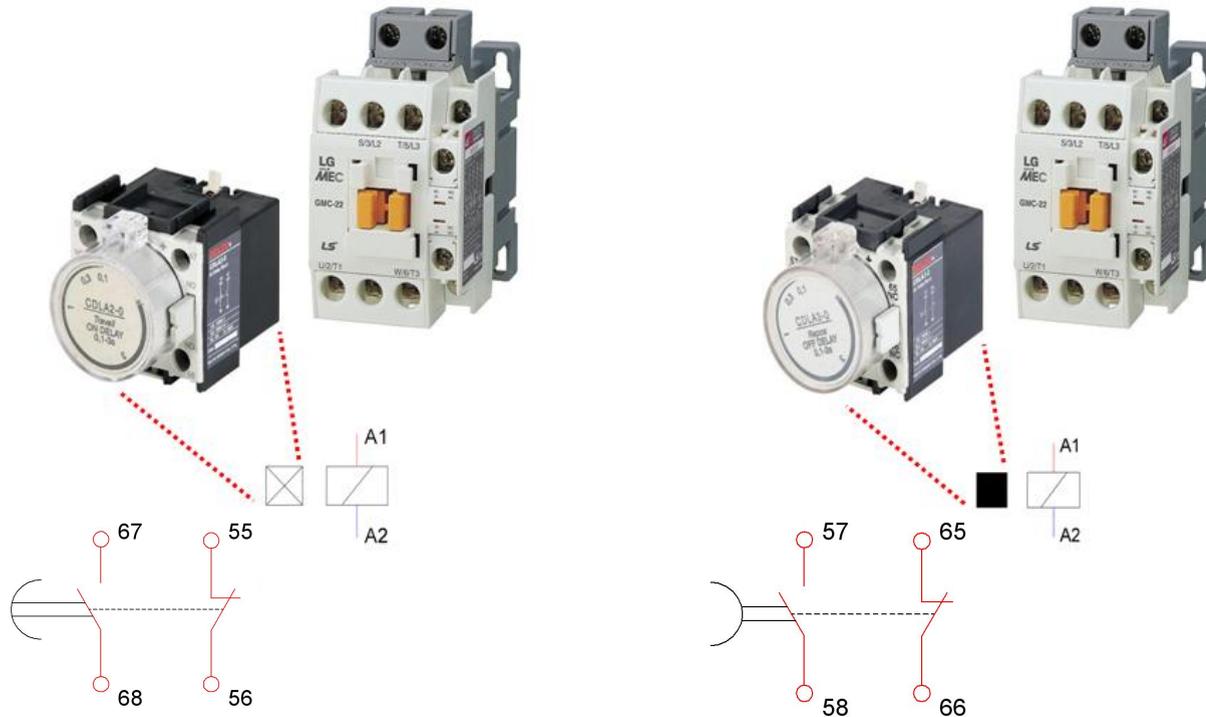
Circuito multifilar.



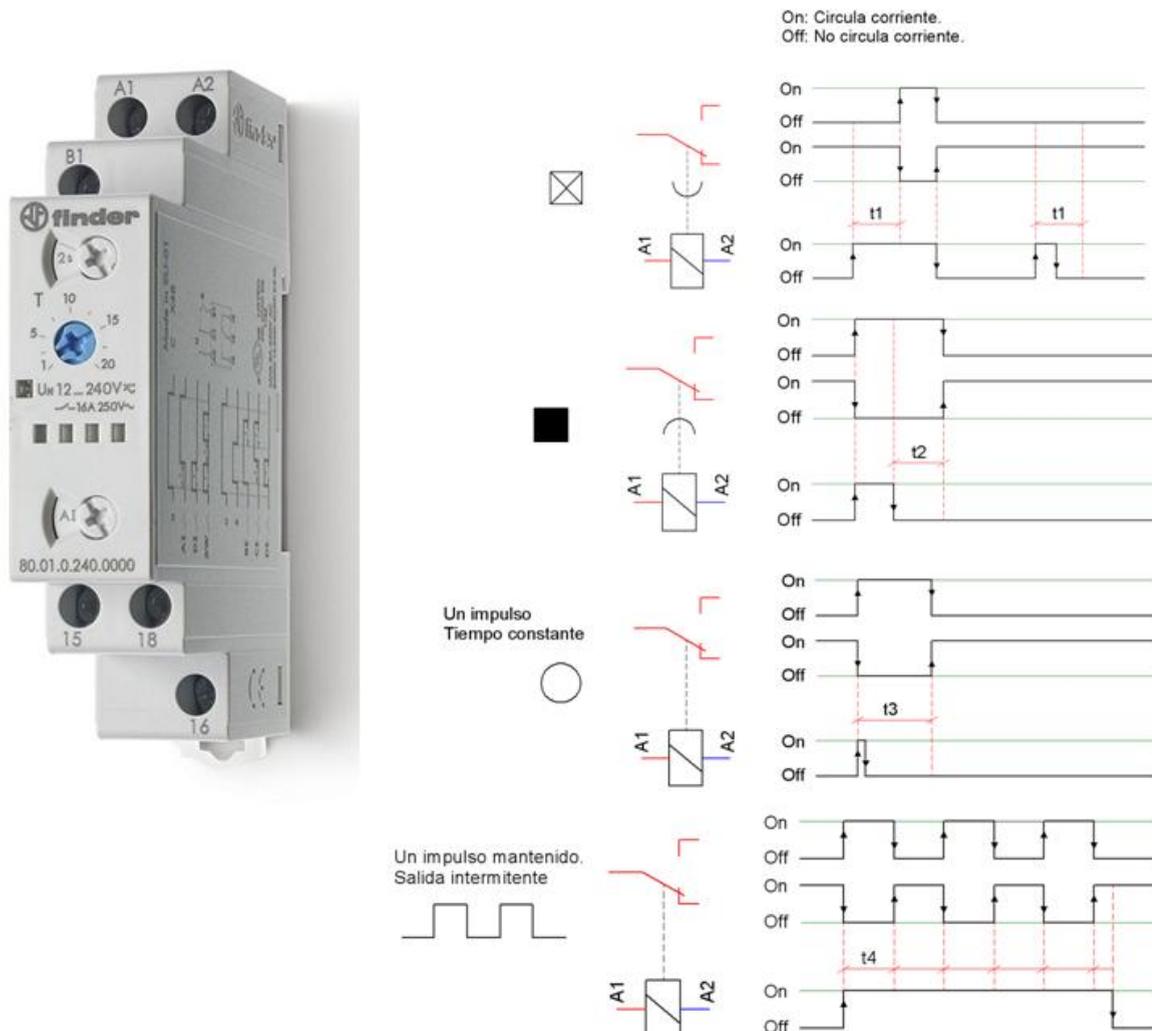
Temporizadores.

Siempre que en un automatismo se aplique la frase "... después de un tiempo se activará..." se tendrá que utilizar un temporizador. La activación de la bobina sería el equivalente a inicializar la temporización. Los contactos conmutan según el tiempo de contaje y el tipo de temporización.

Aditivos temporizadores neumáticos. Se colocan en el frontal del contactor, y éste al reaccionar (cuando se activa la bobina) comprime un circuito de aire que es el que produce la conmutación de los contactos "después de un tiempo".

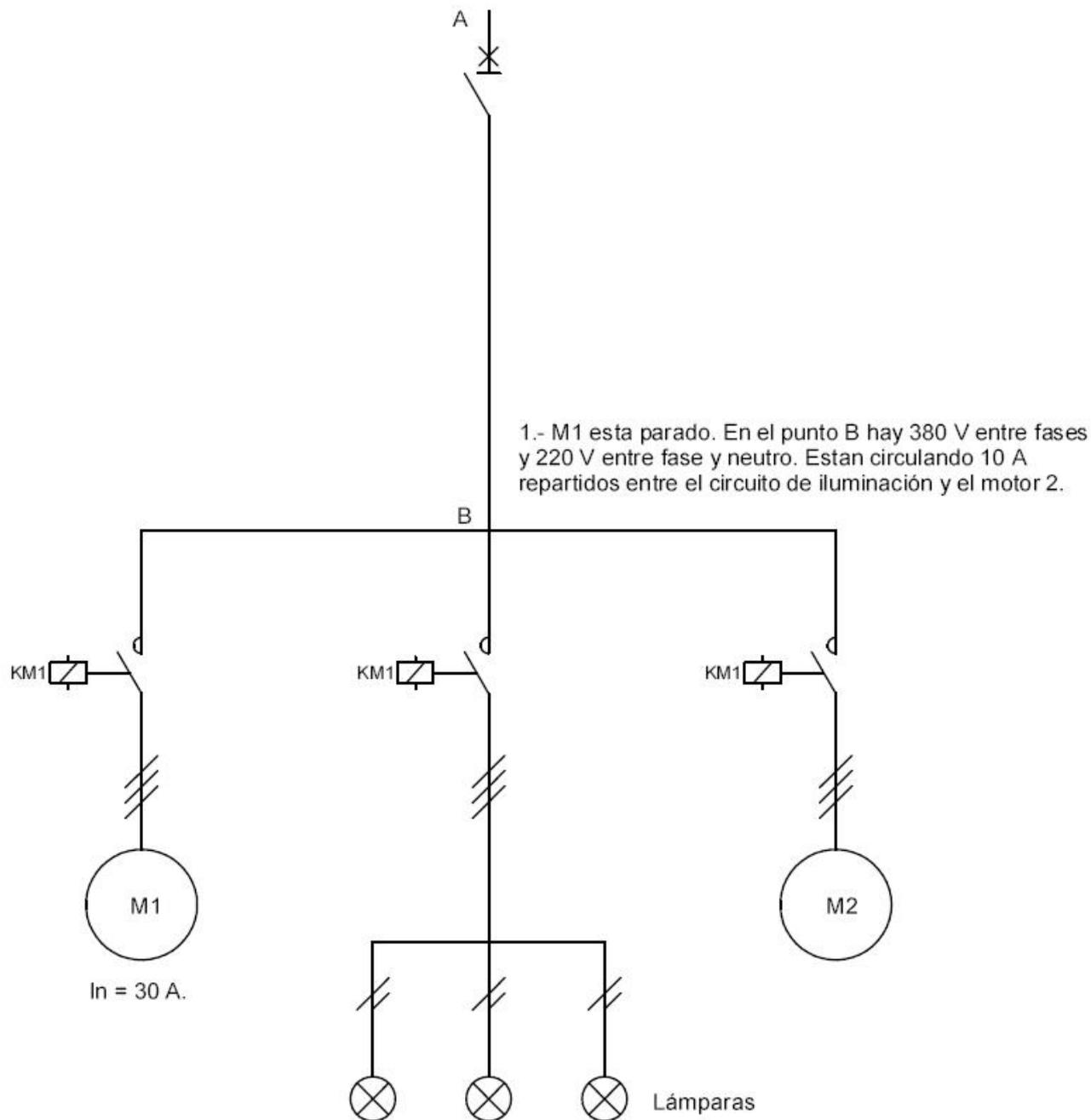


Temporizadores electrónicos. Tienen un circuito electrónico que es el que realiza el contaje de tiempo. Hay que alimentar este circuito con una tensión determinada. Suelen tener varias funcionalidades. Se pueden ver en la figura varios **cronogramas** según el tipo de temporización.



Caídas de tensión en las instalaciones debidas al arranque de motores.

Imaginemos que tenemos un motor M1 muy potente en una industria en el que existan más receptores.



2.- Al conectar M1 en arranque directo circulan hacia el motor 6 veces la I_n , es decir, 180 A. Estos 180 A circulan también por la rama AB sumándose a la intensidad que existía anteriormente y produciendo una caída de tensión muy alta.

3.- Imaginemos que esta caída de tensión (un 10% por ejemplo) hace que en el punto B la tensión sea de 342 V entre fases y de 198 V entre fase y neutro.

Las lámparas iluminaran menos y si el motor M1 para y arranca a menudo se producirán fluctuaciones de iluminación muy molestas.

Habíamos señalado que el par en los motores asíncronos era proporcional al cuadrado de la tensión, al disminuir la tensión si el par motor nominal y el par resistente son muy parecidos el par desarrollado por el motor bajaría considerablemente y la maquina se podría calar, es decir, no sería capaz de vencer el par resistente que en condiciones normales si podría hacer. El motor al quedar parado intentaría moverse demandando una intensidad mayor que la nominal de la red por lo que al cabo de un tiempo se produciría una sobrecarga actuando el dispositivo correspondiente para proteger el motor (el relé térmico generalmente).

Maniobras con motores. Reglamentación.

Tipos de arranques de motores asíncronos trifásicos.

Directos. Al motor se le suministra la tensión de alimentación en el momento de conectarlo.

De motores de **arrollamientos partidos (part-winding)**. Este tipo de motor lleva un arrollamiento estatórico desdoblado en dos arrollamientos paralelos con seis o doce bornes de salida. Es equivalente a dos semi-motores de igual potencia, pero con la particularidad de que los dos están alojados en la misma carcasa. En el arranque primero se acopla un bobinado a la red y pasado un tiempo se acopla el otro.

Arranque **rotórico** por resistencias (para motores de anillos rozantes). Se le añaden al circuito del rotor unas resistencias externas que aumentan la resistencia de dicho rotor. En el arranque estas resistencias externas se van puenteando para lograr con esto que la intensidad de arranque vaya disminuyendo hasta llegar a la intensidad nominal de funcionamiento.

Para un aumento o disminución de tensión, la intensidad de arranque de un motor varía proporcionalmente a dicha tensión de forma que si la tensión es muy elevada la intensidad absorbida en el momento del arranque aumenta y por el contrario si la tensión de alimentación disminuye, la intensidad de arranque disminuye también. La intensidad en régimen permanente también varía de la misma forma.

Los siguientes métodos de arranque tienen en cuenta el anterior efecto por lo que su principio es arrancar a una tensión mas baja que la nominal para un tiempo mas tarde subirla hasta los valores de régimen normales.

Arranque **estrella-triangulo**. El motor se conecta primero en estrella y pasado un tiempo se desconecta y se vuelve a conectar, pero esta vez en triangulo. Para el caso de motores de 400/690 V, en la conexión estrella el motor ve 230V mientras que cuando pasa a triangulo el motor ve 400V.

Arranque **estatórico** por resistencias. Se colocan unas resistencias en serie con el bobinado (estatórico) del motor y estas se van puenteando hasta que se alcanza la intensidad de régimen.

Por **autotransformador**. El motor es alimentado en tensión reducida mediante un autotransformador, el cual se pone fuera de servicio cuando el arranque termina.

Arranque mediante **arrancadores electrónicos**. Mediante electrónica de potencia se le inyecta al motor una rampa de tensión ascendente hasta que alcanza la intensidad de régimen.

El hecho de utilizar los arranques anteriores es que no se produzcan caídas de tensión excesivas en el resto del circuito que podrían producir anomalías.

También ocurre que el par es proporcional al cuadrado de la tensión. Aumenta cuando la tensión es más elevada e inversamente disminuye cuando la tensión es más débil. Cuando se quiere que la maquinaria a la que se tiene acoplado el motor no sufra excesivamente por los tirones en el arranque también se deberá utilizar algún arranque en el que la tensión sea mas pequeña al principio y mas alta en régimen de marcha normal.

Lo anterior esta reglamentado por la **Instrucción Técnica Complementaria 047 del REBT**, que regula la máxima proporción que puede existir entre la corriente de arranque y la nominal de un motor según la potencia del mismo en el caso de que el arranque pueda producir perturbaciones en el resto de la instalación.

POTENCIA NOMINAL (Kw)	Iarranque/Inominal (máxima)
0,75 a 1,5	4,5
1,5 a 5	3,0
5 a 15	2,0
mas de 15	1,5

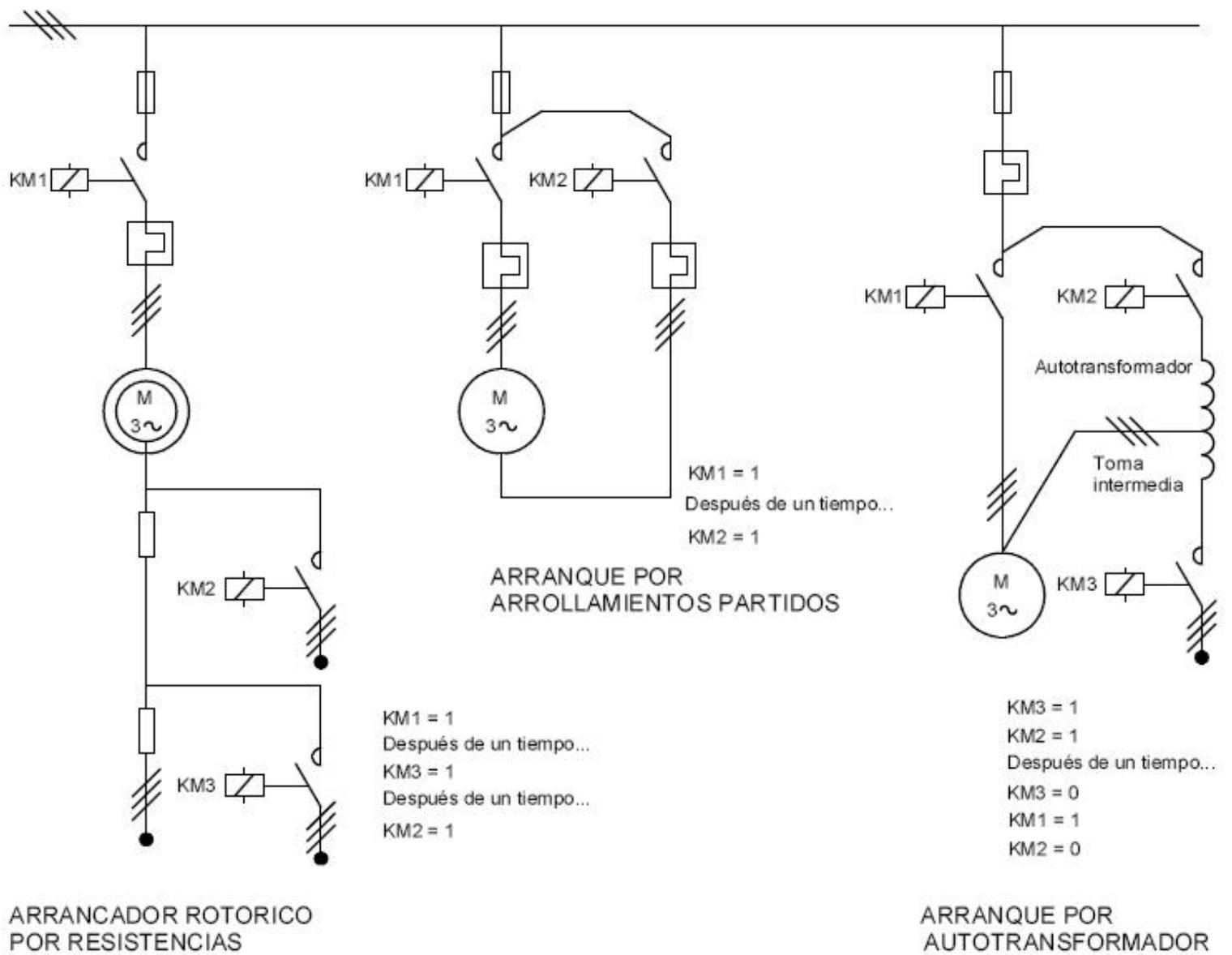
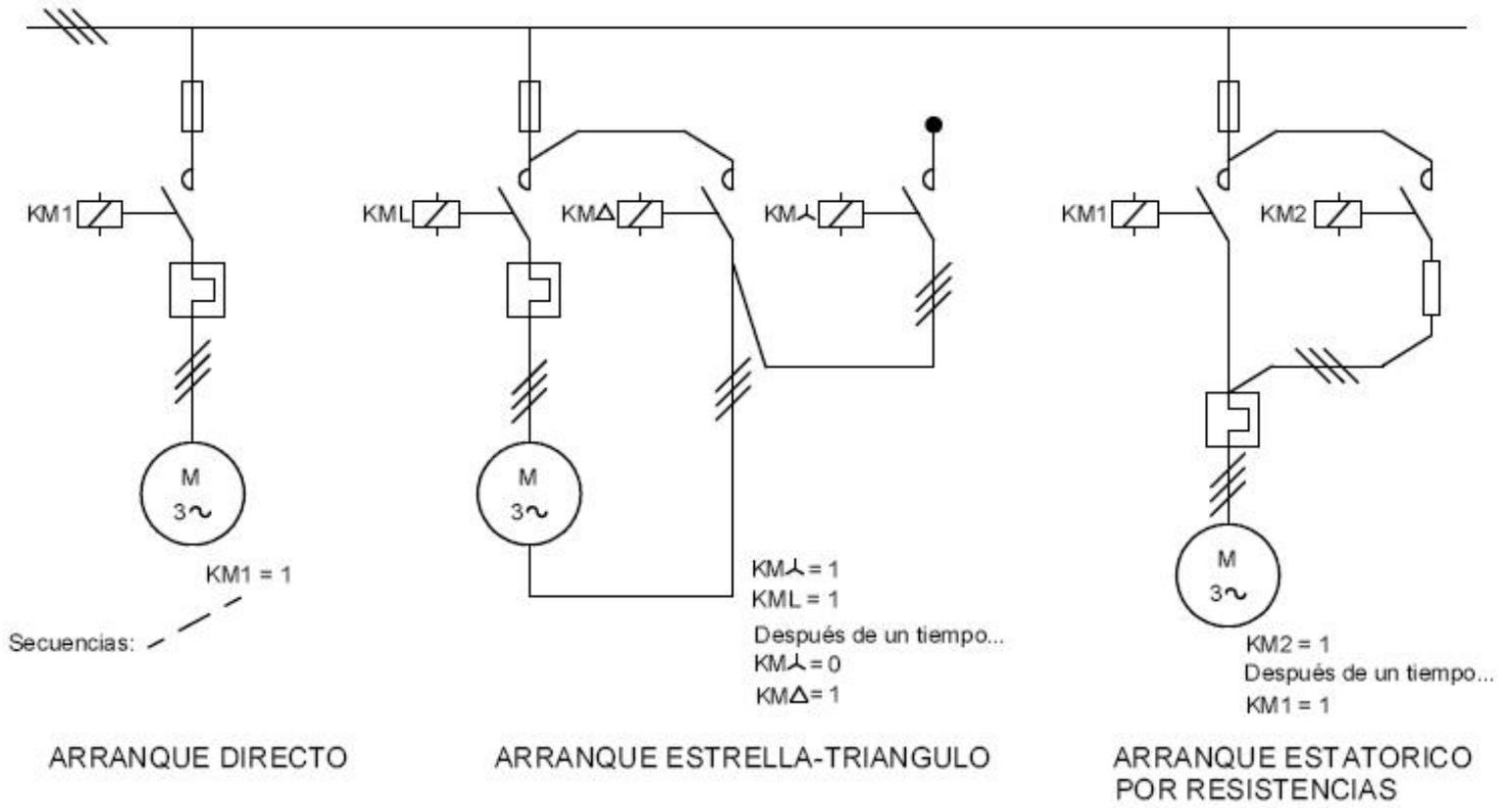
Si un motor tiene una intensidad punta la en arranque directo, esta intensidad se reduce a $I_a/3$ con un arranque estrella triangulo. Si ese motor verifica que $I_a/I_n = 6$, resulta que la intensidad de arranque se queda en el doble, $2 \cdot I_n$, como se exige en los motores de 5 a 15 kW.

Excepción a la tabla anterior.

Si el motor actúa en un aparato de elevación (ascensor, grúa o similar) la intensidad normal se computará como la I_n multiplicada por el coeficiente 1,3.

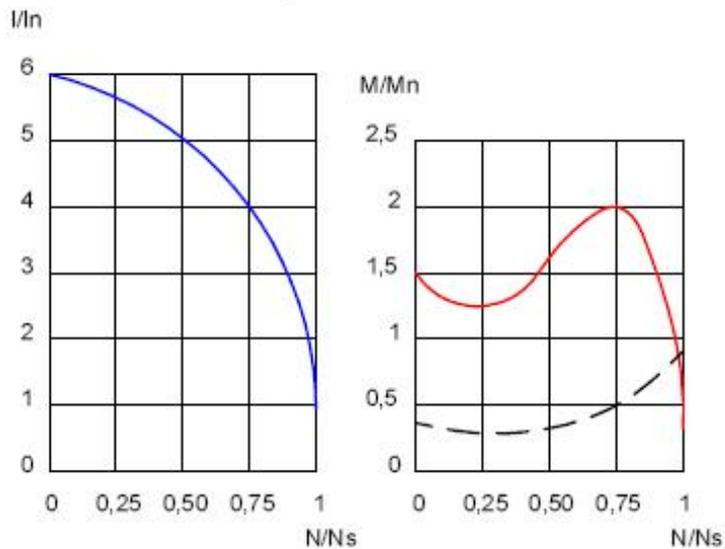
Maniobras con motores. Circuitos de potencia unifilares.

Distintas formas de arrancar un motor. Circuitos de potencia y cadencia de maniobras.



Curvas características de los principales arranques.

Arranque directo.

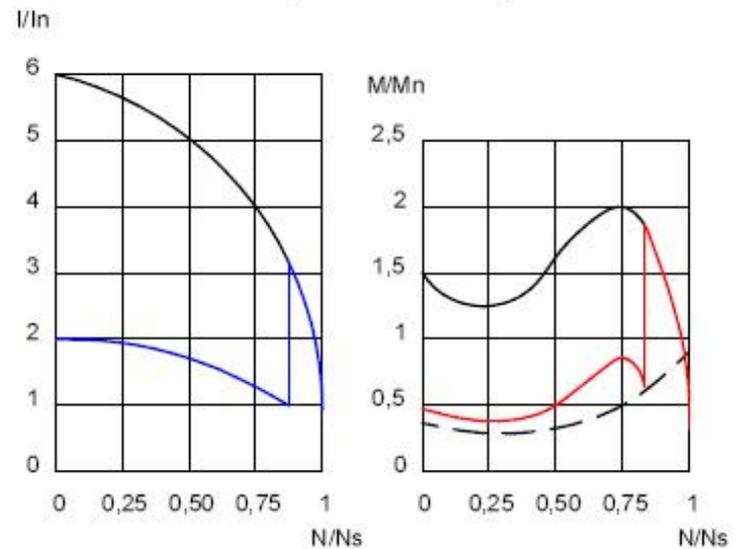


Corriente de arranque: De 4 a 8 veces la corriente nominal.
Recordemos que en el arranque el movimiento relativo entre campo magnético y conductores es máximo.

Par de arranque: De 0,5 a 1,5 veces el par nominal.

Características: Motor de 3 bornas.
Arranque en carga.
Punta de corriente y caída de tensión elevada.

Arranque estrella-triángulo.

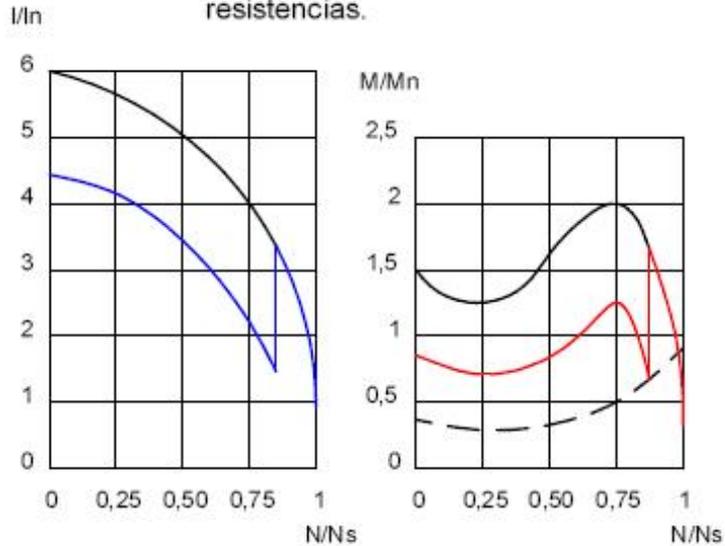


Corriente de arranque: De 1,8 a 2,6 veces la corriente nominal.

Par de arranque: De 0,5 veces el par nominal.

Características: Motor de 6 bornas.
Arranque en vacío o a débil par resistente.
Punta de corriente y de par elevados en el paso de estrella a triángulo.

Arranque estático a resistencias.

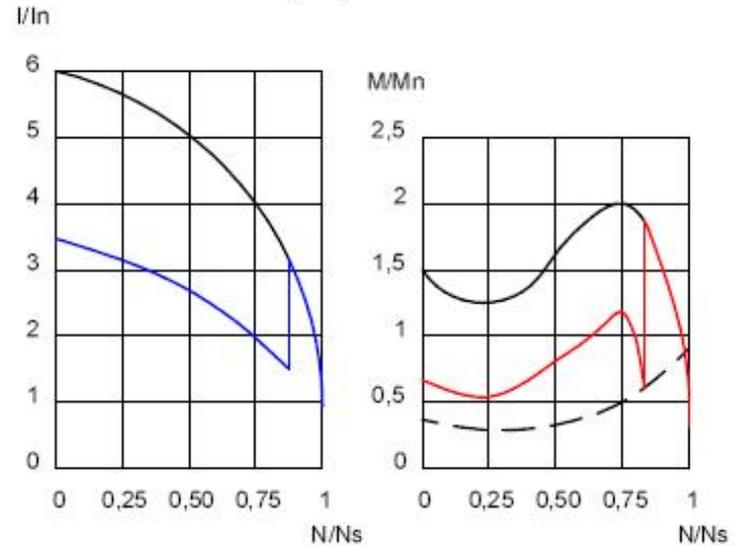


Corriente de arranque: De 4,5 veces la corriente nominal.

Par de arranque: De 0,5 a 0,75 veces el par nominal.

Características: Motor de 3 bornas, fuerte potencia.
Arranque a par resistente creciente.
Punta de corriente elevada.

Arranque por autotransformador.

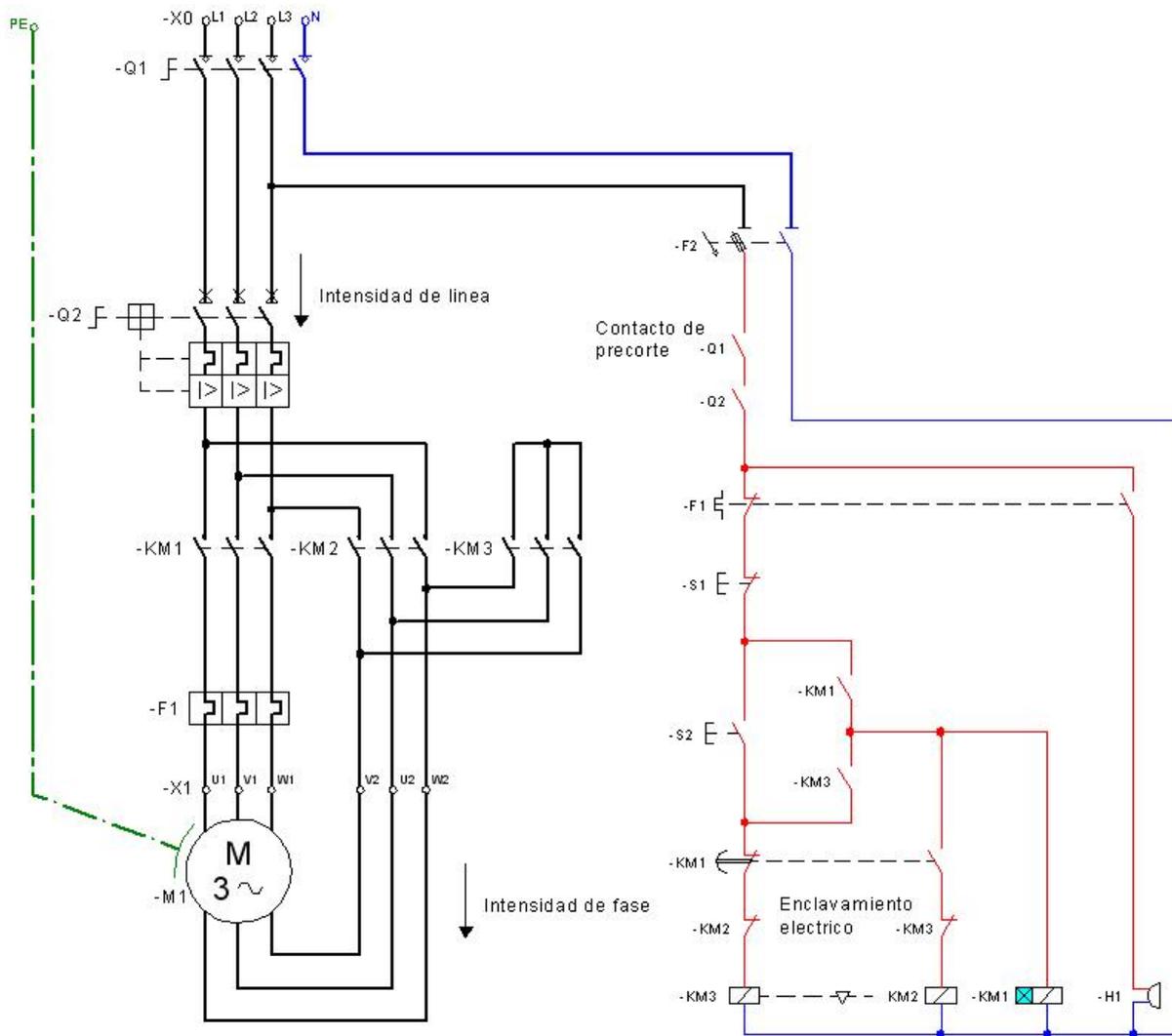


Corriente de arranque: De 1,7 a 4 veces la corriente nominal.

Par de arranque: De 0,4 a 0,85 veces el par nominal.

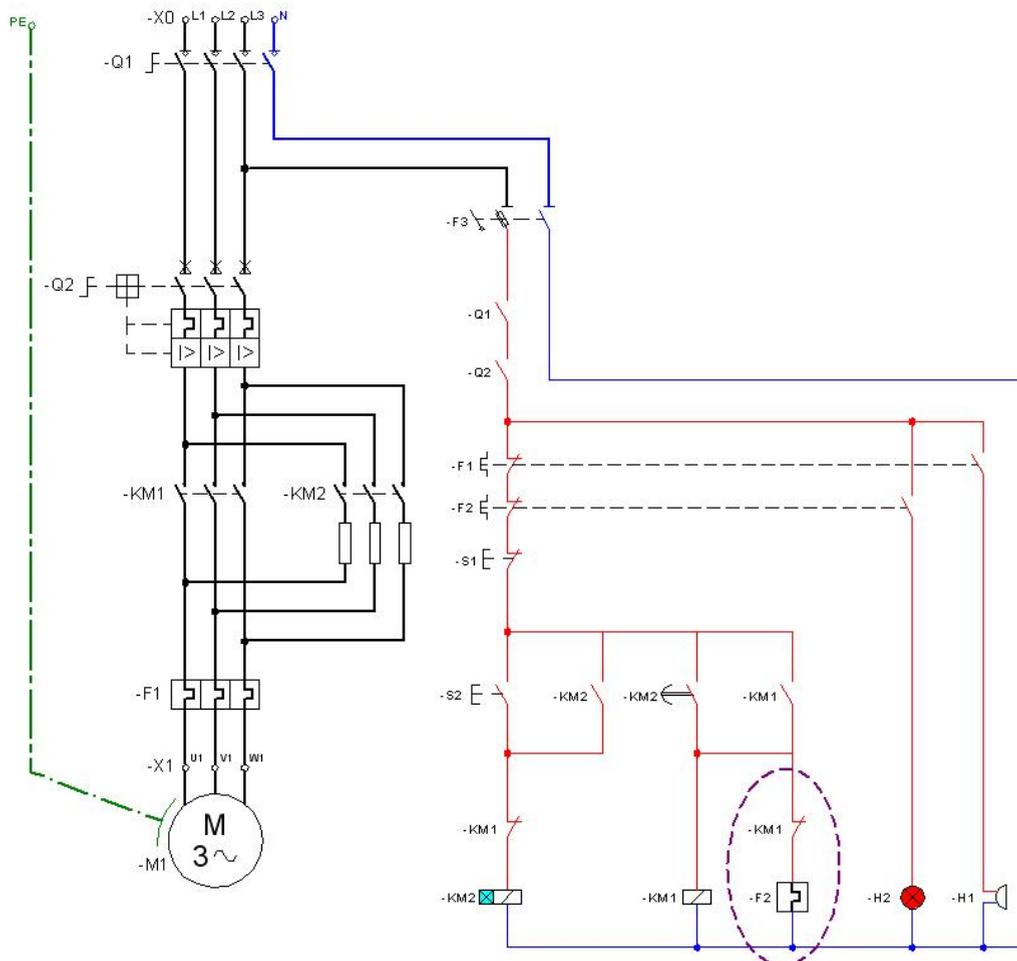
Características: Motor de 3 bornas, fuerte potencia.
Caída de tensión y punta de corriente elevadas, durante el acoplamiento a plena tensión.

Maniobras con motores. Arranque estrella-triángulo. Nota. Es un arranque en dos escalones, primero arranca en estrella y luego se queda funcionando en triángulo.



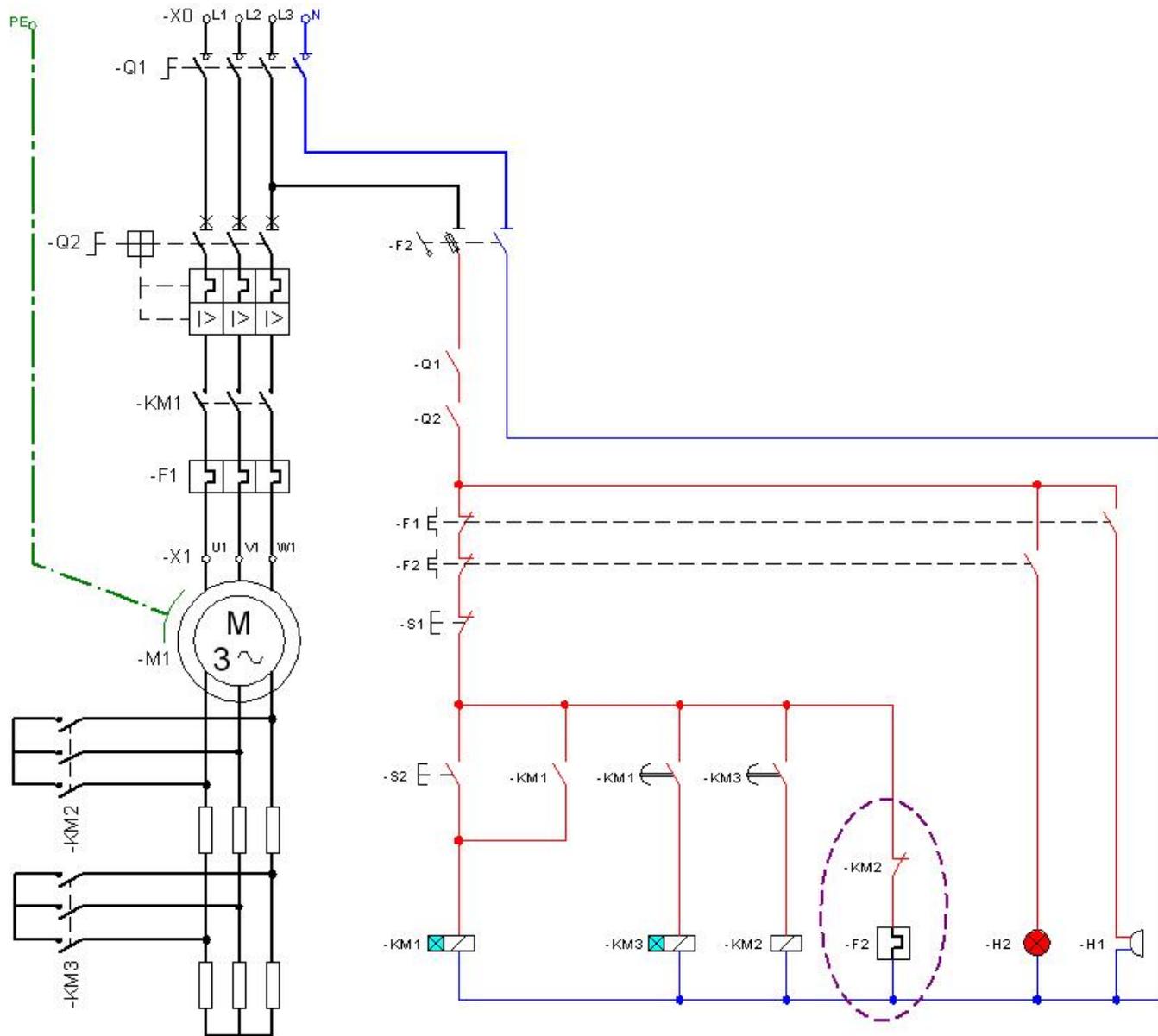
Nota. Tener en cuenta la elección del calibre del relé térmico en arranques estrella-triángulo.

Maniobras con motores. Arranque estático por resistencias.



En violeta a trazos, una protección contra arranques demasiado prolongados mediante un relé térmico.

Maniobras con motores. Arranque rotórico por resistencias.



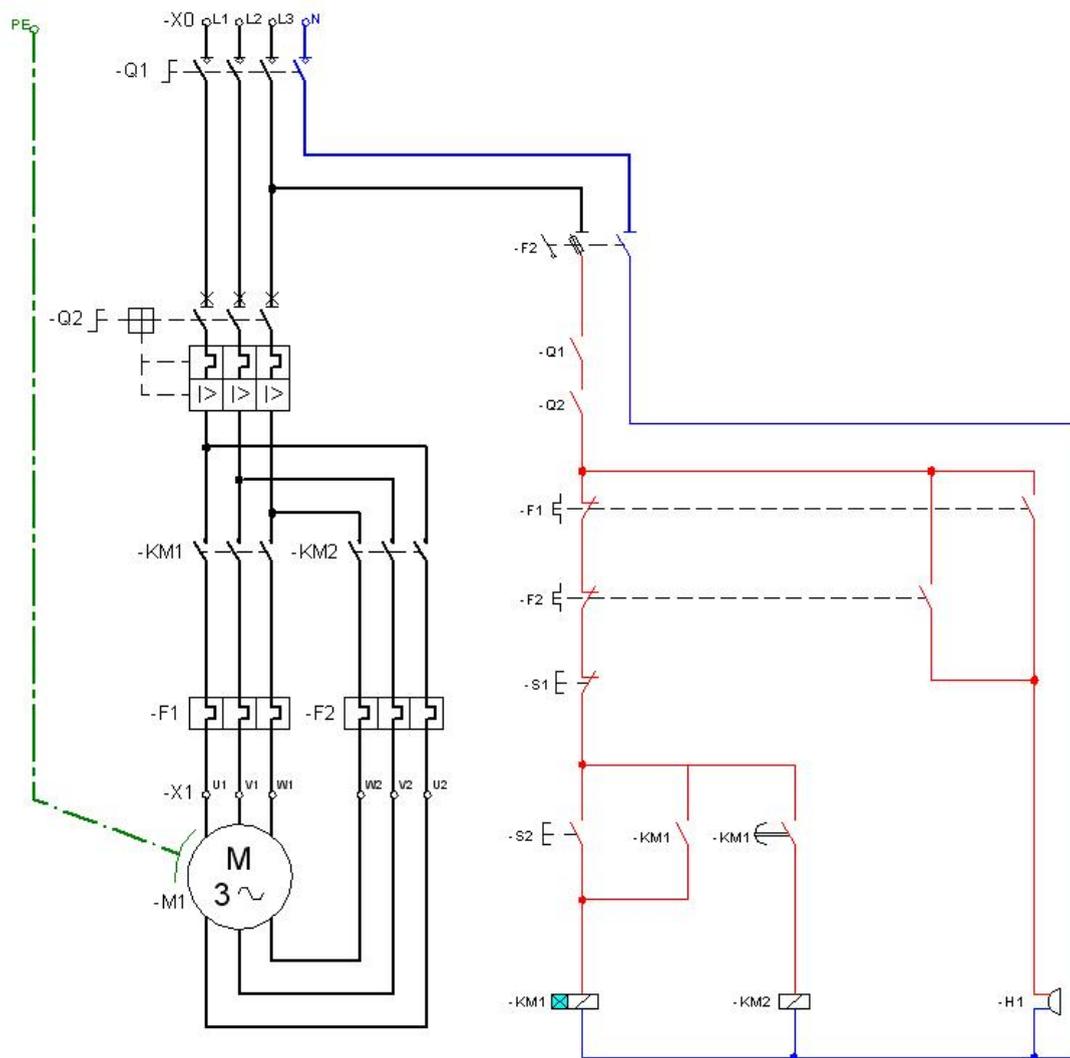
74



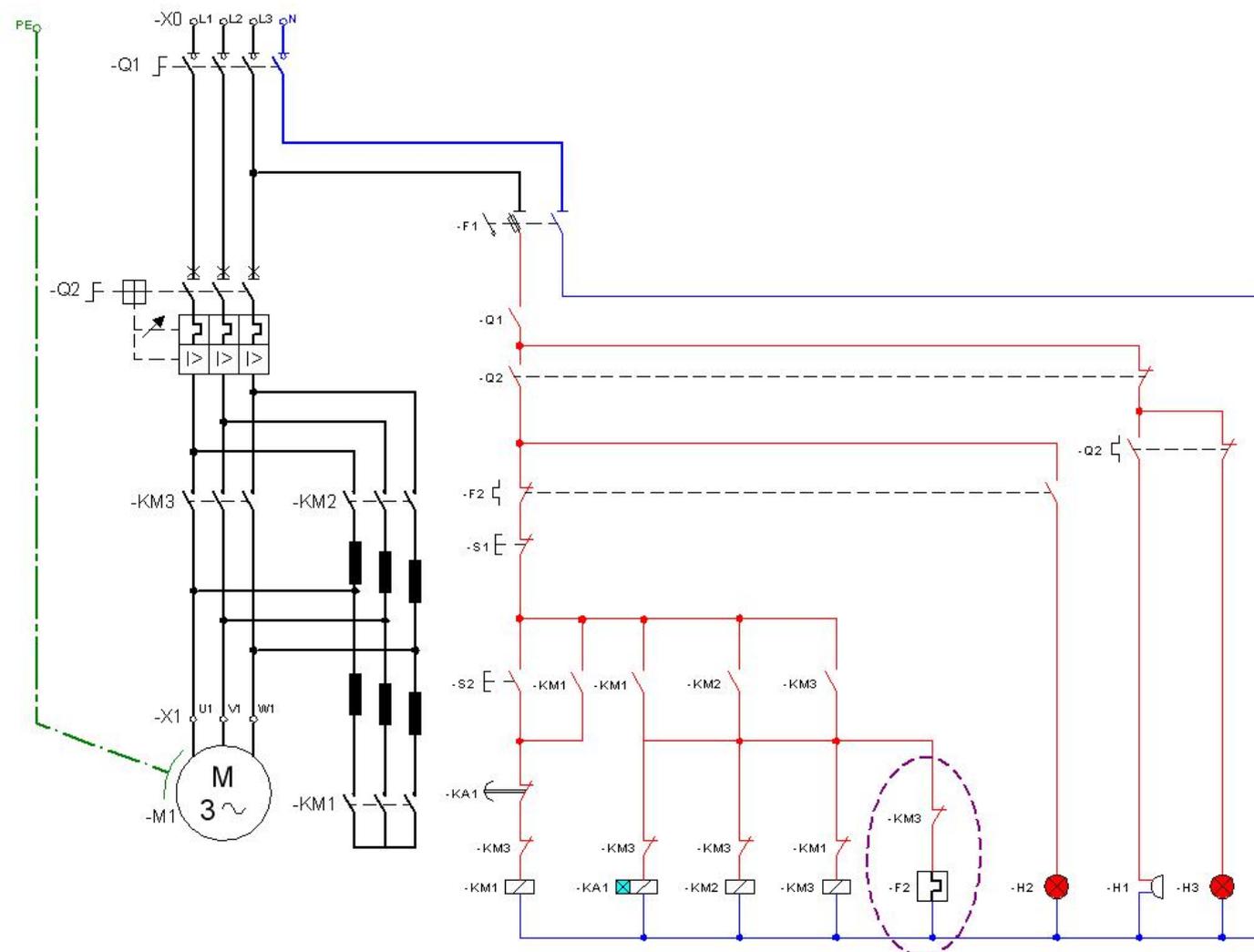
F2 es un relé térmico que temporiza la duración del tiempo de arranque, es decir, si la intensidad que está circulando por el relé F2 circula más de un tiempo determinado este actúa y abre el circuito. Esto se hace para que un tiempo largo de arranque no pueda perjudicar las resistencias de arranque quemándolas.

Motor de rotor bobinado. Nótese que para acceder al rotor hay unos anillos rozantes donde rozan unas escobillas de grafito.

Maniobras con motores. Arranque por arrollamientos partidos (part-winding).

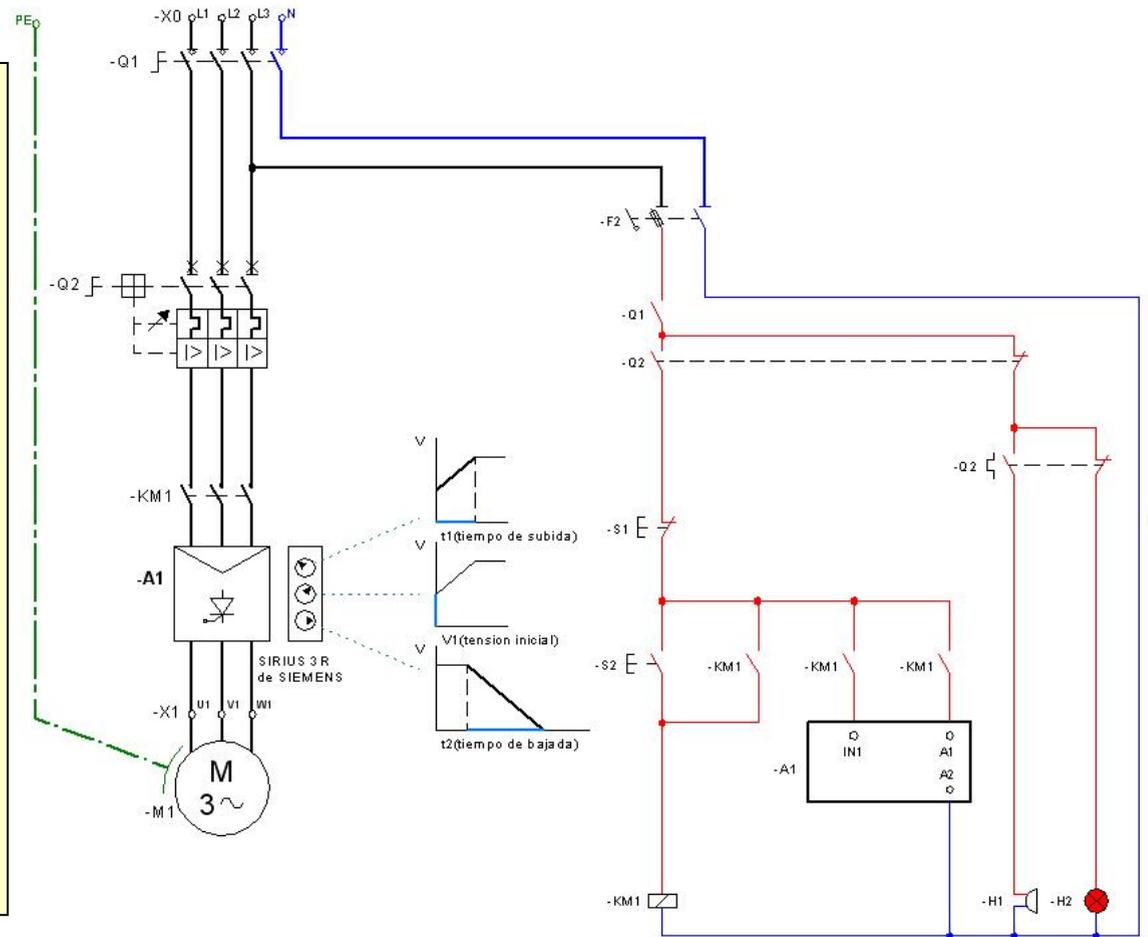


Maniobras con motores. Arranque por auto-transformador.



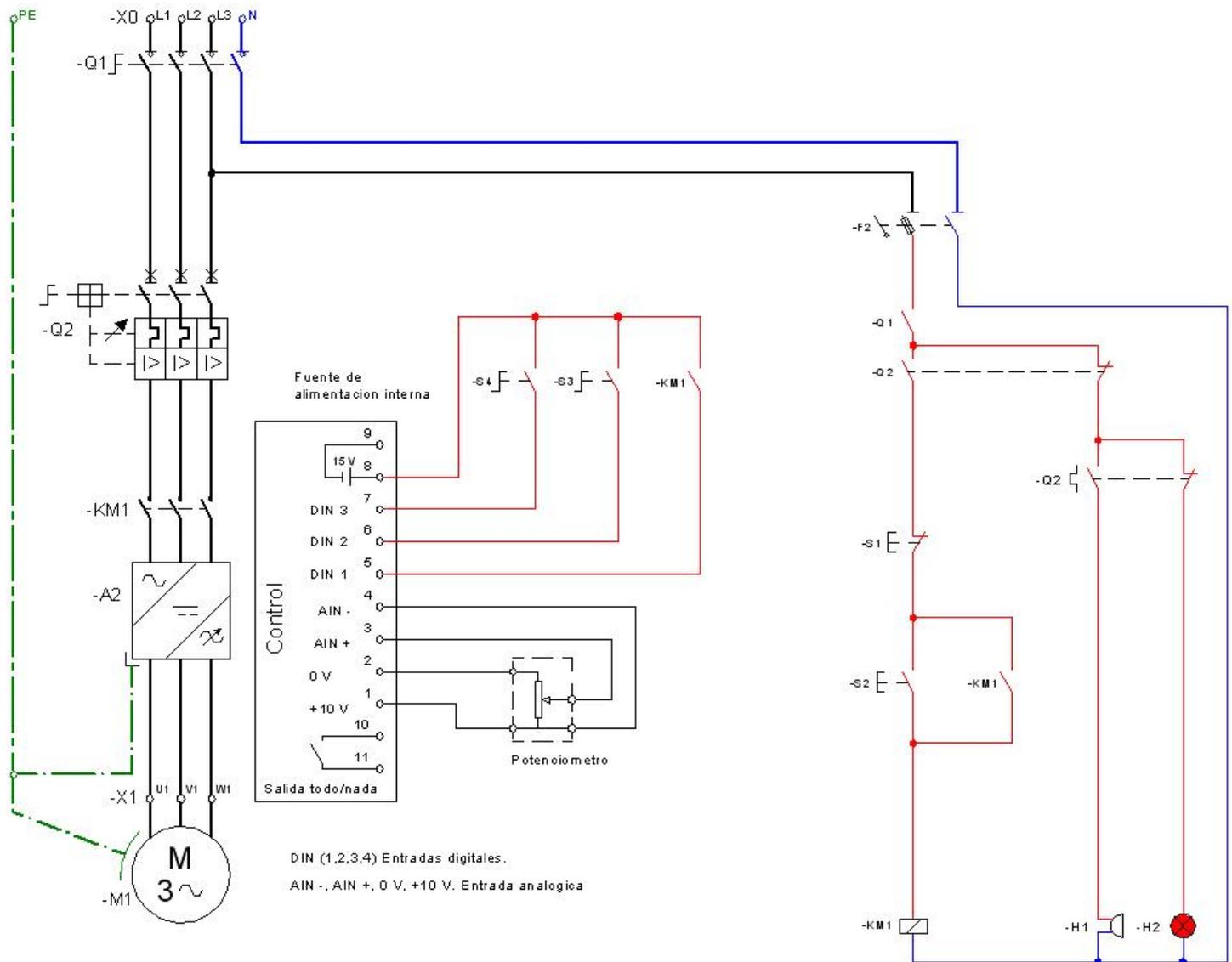
Maniobras con motores. Arranque suave.

La función de un arrancador electrónico es arrancar de forma progresiva y sin brusquedades un motor. Su funcionamiento se basa en una electrónica de potencia que lo que hace es variar la tensión en bornes del motor de una manera suave mediante un control (también electrónico) interno. En definitiva, nosotros con los arranques clásicos hacíamos variar la tensión en bornas del motor mediante escalones (por ejemplo, en un estrella – triangulo primero se le meten 230 V y al cabo de un tiempo 400 V); en cambio con los arrancadores se va subiendo la tensión poco a poco de manera continua.

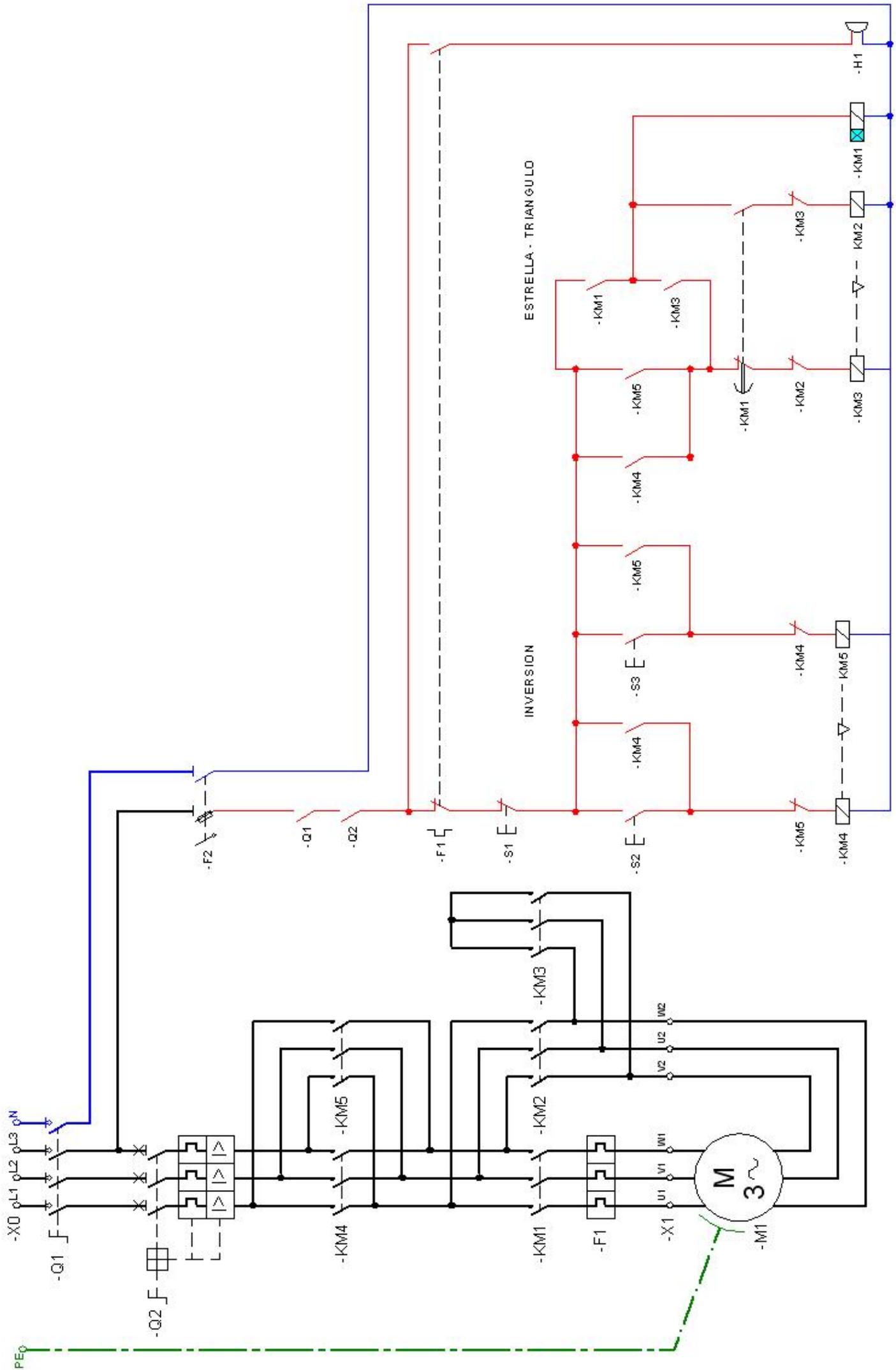


76

Maniobras con motores. Arranque mediante regulador de frecuencia.



Arranque estrella-triángulo con inversión de giro.

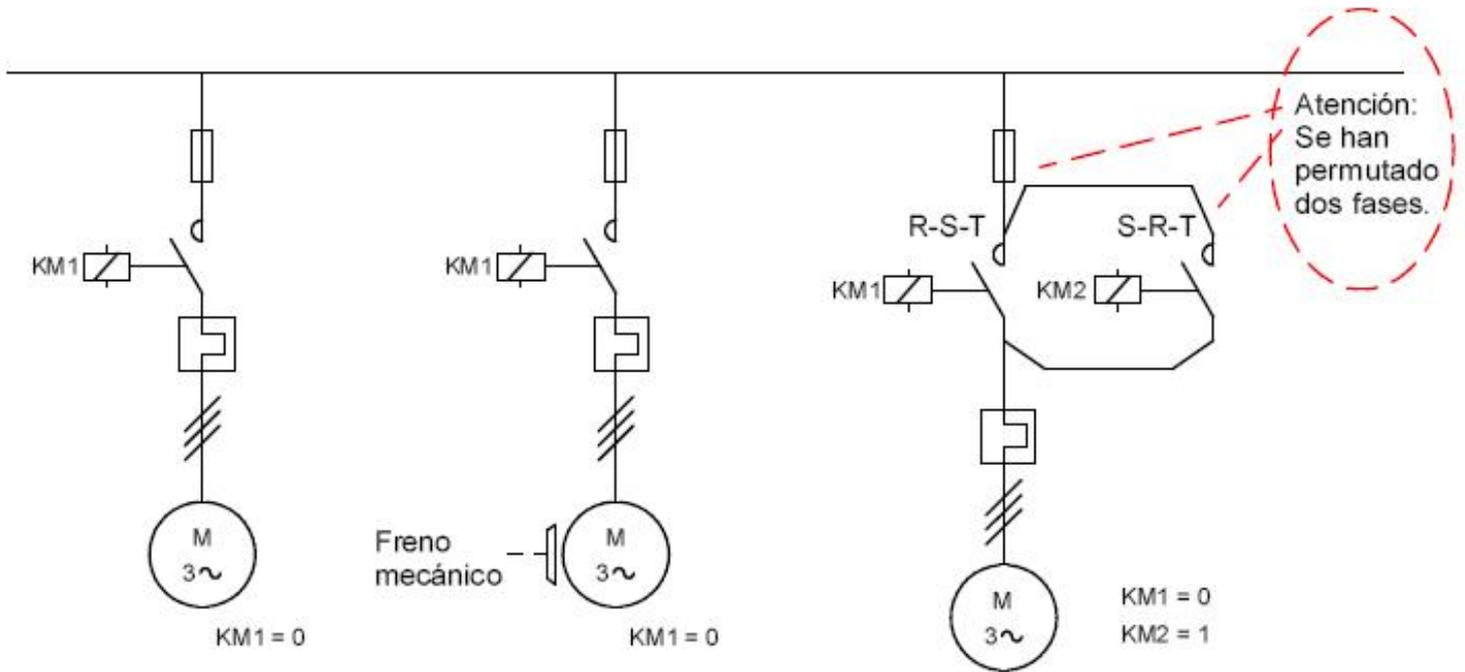


Maniobras en motores. Frenado de motores asíncronos.

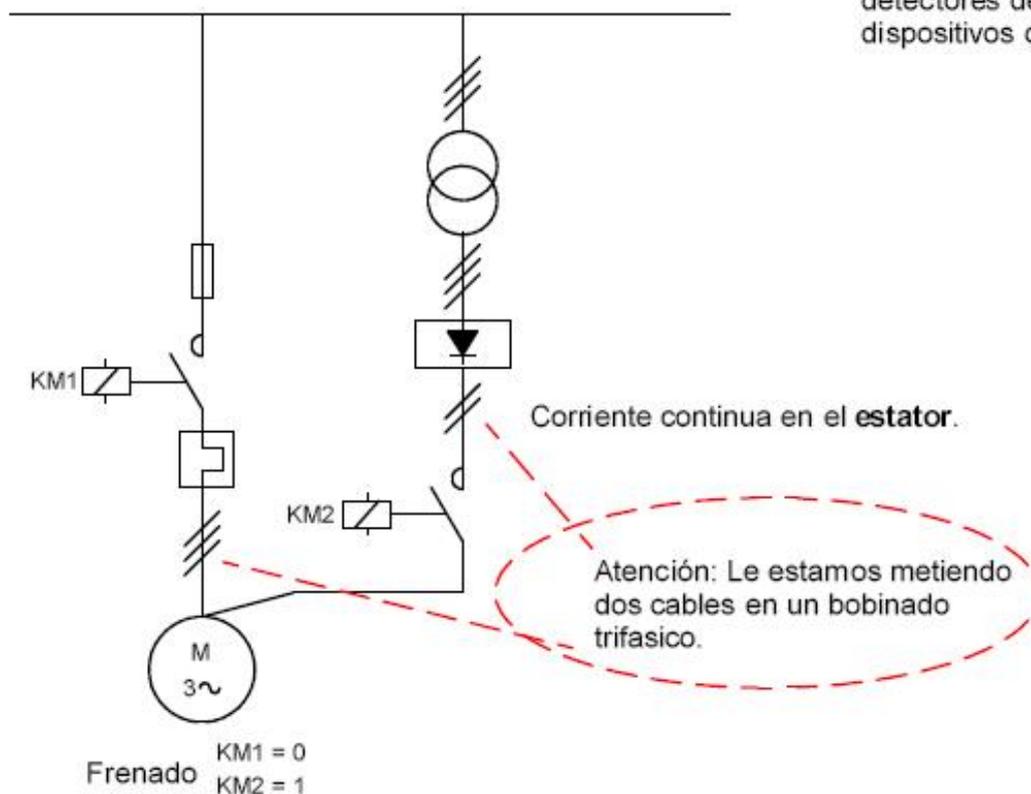
Por **inercia**: Se deja que el motor se frene solo desconectándolo de la red. Se puede utilizar un freno mecánico para disminuir el tiempo de frenado.

Por **contra-corriente**. El principio consiste después de haber aislado el motor de la red, aunque gira todavía, en conectarlo a la red, pero en sentido inverso (para ello cambiamos la conexión de dos fases entre si). Hay que controlar que el motor no gire en sentido contrario.

Frenado por **inyección de corriente continua**. Consiste en inyectar corriente continua en el estator previamente separándolo de la red. Con esto conseguimos un campo magnético fijo en el espacio que frena el rotor ya que existe un movimiento relativo entre ellos. (Un ejemplo de esto serían los frenos eléctricos de los camiones)



Hay que utilizar detectores que desconecten el motor cuando su velocidad se aproxime a cero (detectores de parada de fricción, detectores de parada centrífugos, dispositivos cronométricos, etc).

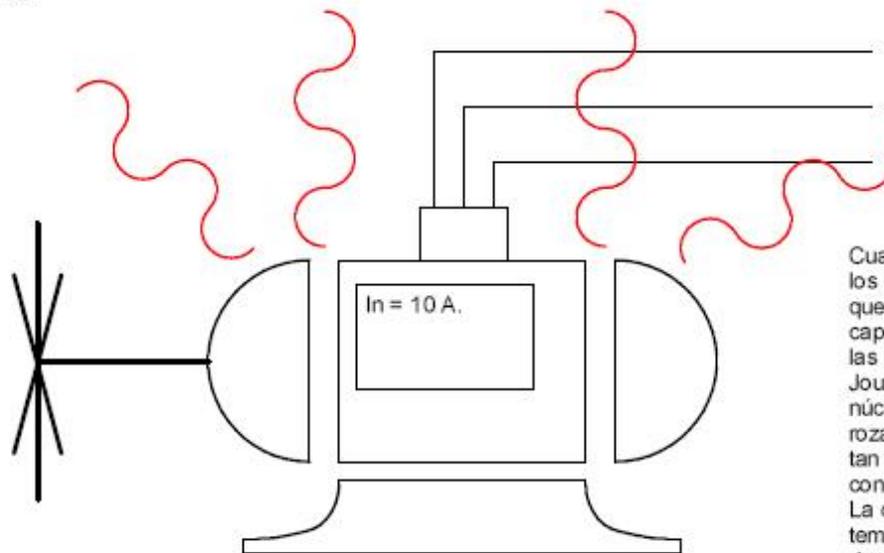


Elección de los calibres de la aparatenta de potencia.

Para cualquier aplicación en la que tengamos que elegir lo valores nominales de la aparatenta lo primero que tendremos que saber es la **potencia de la aplicación** en cuestión. Como $P = V \cdot I_n$ (en general) y V es la tensión de red podremos hallar la I_n que nos va a circular por el circuito. Recordemos que la intensidad es la que produce las pérdidas y la problemática en los dispositivos eléctricos (problemas sobretodo **por la disipación de calor**).

Recordemos que un motor está diseñado para trabajar a su tensión nominal y a su intensidad nominal (a su potencia nominal en definitiva). **Esta potencia nominal es la que el motor puede manejar correctamente en terminos de disipación de calor**, o sea, para su potencia nominal el motor disipa el calor interno sin ningún problema; pero en el caso de que la carga demande mas potencia mecánica el motor demandará mas potencia eléctrica, por tanto mas intensidad, y por lo tanto tambien habrá mas pérdidas internas con lo que la disipación de dicho calor no será la óptima (la óptima es para la potencia nominal), ésto hará que la temperatura interior del motor suba **pudiendo perjudicar a los aislantes de los conductores de los devanados**.

Para proteger el motor en estos casos necesitamos de algún dispositivo externo que nos corte la alimentación.



Cuando la intensidad que circula por los devanados del motor es mayor que 10 A. (por fase) el motor no es capaz de evacuar el calor debido a las pérdidas internas (por efecto Joule, por corrientes parasitas en el núcleo magnético, por los rozamientos de los cojinetes, etc..), tan eficientemente como para las condiciones normales o nominales. La consecuencia es que la temperatura interior de los devanados se incrementa pudiendo deteriorarlos. Cuando la sobrecarga es grande **el motor humea y hay olor a quemado**.

Los motores se dimensionan normalmente para una vida teórica del orden de 25.000 horas de servicio (aproximadamente 10 años) con el aislamiento sometido a una temperatura máxima admisible en permanencia (por ejemplo 120 °C para aislamientos clase B). Cuando se sobrepasa esta temperatura, la vida del motor se reduce según una regla generalmente aceptada, llamada regla de Montsinger. Según esta regla, cuando a un motor se le hace trabajar en permanencia a 10 °C por encima de su temperatura límite (por ejemplo a 130 °C para clase B), su vida se reduce aproximadamente a la mitad, 12.500 horas, y si se le hace trabajar a 20 °C mas, su vida se reduce aproximadamente a la quinta parte, es decir, a unas 4.500 horas.

Esto equivale a decir que cuando se regula un relé térmico de forma incorrecta a una intensidad superior a la nominal del motor, es muy probable que éste trabaje por encima de su temperatura límite, lo que supone, como hemos visto, una reducción de la vida del mismo.

Tipos de barnices aislantes:

- De clase A: Tª límite de 105 °C.
- De clase E: Tª límite de 120 °C.
- De clase B: Tª límite de 130 °C.
- De clase F: Tª límite de 155 °C.
- De clase H: Tª límite de 180 °C.

Ejemplo de selección de calibres de aparamenta y sección de conductores en el arranque de motores.

Lo primero que se tendrá en cuenta es la potencia del receptor.

Por ejemplo, imaginemos que tenemos que alimentar un motor de una bomba de un pozo de 1,5 kW de potencia, que está a una distancia de 100 metros del cuadro de protección de una vivienda. La alimentación será trifásica.

Primero vemos en la placa de características del motor la intensidad que circula por los conductores.

ACLARACION. La potencia que nos marca el motor es la potencia útil en el eje. Para saber la potencia eléctrica que consume el motor tendríamos que tener en cuenta el rendimiento del mismo. La potencia eléctrica tiene que ser mayor que la potencia útil ya que existen siempre unas pérdidas por calor.

El rendimiento es la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada. $P_{\text{útil}} / P_{\text{eléctrica}} = \eta$. El rendimiento nunca puede ser mayor que 1 (o del 100 %) por definición)

Por eso vemos la placa de características, porque ahí ya nos viene la información de que intensidad nominal puede consumir el motor, estando incluido ya el rendimiento del mismo.

La intensidad resulta ser de 3,4 A.

Según la intensidad anterior seleccionamos el relé térmico. El margen de regulación del relé debe contener los 3,4 A.

El calibre para el contactor y el interruptor automático será el comercial inmediatamente superior a la intensidad resultante.

Para la sección del cable utilizaremos el REBT. Hay que tener en cuenta que las protecciones en realidad nos protegen la instalación (el cableado sobretodo) y no los receptores; es decir, las protecciones no detectan los defectos sino que cuando estos se producen intentan minimizar los daños que se pueden producir en el resto de la instalación.

El análisis exacto de todas las utilidades y, sobre todo, el conocimiento real de las potencias de cada receptor no son siempre evidentes, por lo que en la práctica, suele ser necesario considerar coeficientes de seguridad globales por exceso para evitar subdimensionar la instalación. Se tomará en cuenta lo siguiente:

Se utilizará un arranque directo ya que la relación entre la intensidad nominal y la corriente de arranque es de 4,5 en este caso, para esta maniobra. **Ver ITC-BT-47.** (En el caso particular de que fuese un aparato de elevación $\rightarrow I_{\text{cálculo}} = 1.3 \cdot I_{\text{plena carga}}$, para calcular la relación entre la intensidad de arranque y la de plena carga (con esto se consigue por ejemplo que un motor **con arranque directo** que no sirve para una aplicación normal si sirve para elevación porque así se tendrá un arranque más potente ya que hay que levantar cargas).

Los conductores de conexión que alimentan a este motor deberán estar dimensionados para una intensidad del 125%. **Ver ITC-BT-47, Aprtd. 3.1.**

Por lo tanto la intensidad a utilizar para el cálculo será. $I_c = 3,4 \times 1,25 = 4,25$ A.

No se utilizan más coeficientes correctores.

Los cables de instalación habitual son:

Los conductores a utilizar serán 3 fases más uno de tierra en manguera de 1000 V de **polietileno reticulado** enterrado en una zanja en contacto con el terreno hasta el pozo en cuestión.

cable XZ1-Al
(norma UNE 211006)

HARMOHNY

cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de aluminio clase 2, aislamiento de polietileno reticulado (X) y cubierta de poliolefina (Z1).

La norma CEI 60364-5-52 define varios modos de instalación representativos de las diversas condiciones de instalación.

Cables enterrados							
Nº modo de instalación	Ejemplo	Descripción	Método de referencia	Factor de corrección	Referencia de los cuadros específicos de factores ligados a grupos		
					Circuitos	Capas	Conductos
61		Cables mono o multiconductores en conductos o en conductos de perfiles enterrados.	D	1	T2	T2	T6 + T7
62		Cables mono o multiconductores enterrados sin protección mecánica complementaria.	D	1	T4	-	-
63		Cables mono o multiconductores enterrados con protección mecánica complementaria.	D	1	T4	-	-

El modo de instalación según el cuadro será el 62, que resulta como método de referencia el D.

Según el cuadro siguiente consultado en la Guía Técnica del REBT, ITC-BT-19.

Para las intensidades admisibles se recomienda utilizar las indicaciones de la norma UNE 20460-5-523, edición del 2004, en la tabla A-52-2-bis, para las instalaciones enterradas que no sean redes de distribución.

Las intensidades máximas admisibles para cables enterrados directamente en el terreno y sus factores de corrección, se pueden consultar en la **ITC-BT-07**. No obstante, se recomienda utilizar los valores de la norma UNE 20460-5-523:2004.

La Guía Técnica del REBT muestra la siguiente tabla resumen para instalación enterrada:

Sección mm ²	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	
Cu	2 XLPE	58	77	100	130	155	183	225	265	305	340	385	440	500	570	660	735
	3 XLPE	48	64	82	105	130	155	190	225	260	300	335	400	455	530	610	710
Al	2 XLPE			77	98	120	139	170	205	230	265	295	340	385	445	510	575
	3 XLPE			62	82	98	115	145	175	200	230	260	305	350	405	465	530

Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W.
 Temperatura del terreno: 25 °C.
 Profundidad de instalación: 0,70 m.
Sección mínima en instalación enterrada según ITC-BT 07: **6 mm²** (Cu); **16 mm²** (Al)

Tabla D. Intensidad admisible (en A) para cables **soterrados bajo tubo** (tensión asignada hasta 0,6/1 kV).

La elección en el cuadro anterior resulta en una sección de 16 mm², que es la mínima (en conductores de aluminio).

Lo próximo a calcular es ver si la caída de tensión entra dentro de los siguientes valores, teniendo en cuenta la GUIA -BT-ANEXO 2.

Parte de la instalación	Para alimentar a :	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro.	e=ΔU _{III}	e=ΔU _I
LGA: (Línea General de Alimentación)	Suministros de un único usuario	No existe LGA	--	--
	Contadores totalmente concentrados	0,5%	2 V	--
	Centralizaciones parciales de contadores	1,0%	4 V	--
DI (Derivación Individual)	Suministros de un único usuario	1,5%	6 V	3,45 V
	Contadores totalmente concentrados	1,0%	4 V	2,3 V
	Centralizaciones parciales de contadores	0,5%	2 V	1,15 V
Circuitos interiores	Circuitos interiores en viviendas	3%	12 V	6,9 V
	Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3%	12 V	6,9 V
	Circuitos de fuerza que no sean viviendas	5%	20 V	11,5 V

Caída de tensión en trifásico: **(Según la Guía técnica de aplicación. Anexo 2. Cálculos de caídas de tensión)**

$$\Delta U_{III} = (R + X \cdot \tan \varphi) (P / U_{U1})$$

Donde:

ΔU_{III} → Caída de tensión de línea en trifásico en voltios.

R → Resistencia de la línea en Ω .

X → Reactancia de la línea en Ω .

P → Potencia en vatios transportada por la línea.

U_{U1} → Tensión de línea, en este caso trifásica de 400 V

$\tan \varphi$ → Tangente del ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga.

Para secciones menores o iguales a 120 mm², la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia, y por lo tanto la fórmula anterior se puede simplificar de la siguiente forma.

$$\Delta U_{III} = R (P / U_{U1}) \quad \text{(NOTA: En el caso de que el cable fuese monofásico } \rightarrow \Delta U_I = 2R (P / U_{U1}) \text{)}$$

Para calcular la resistencia utilizaremos la siguiente fórmula.

$$R = c \cdot \rho_{\theta} \cdot L / S$$

Donde.

$$c \approx 1,02$$

ρ_{θ} → resistividad del conductor a la temperatura θ .

	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}	α (°C ⁻¹)
	T ^a = 20° C	T ^a = 70° C	T ^a = 90° C	
Cobre	56	48	44	0,00392
Aluminio	35	30	28	0,00403

En la práctica para instalaciones de baja tensión tanto interiores como de enlace es admisible despreciar el efecto piel y el efecto de proximidad, así como trabajar con el inverso de la resistividad que se denomina conductividad (" γ ", en unidades m/ Ω mm²).

Además se suele utilizar la letra "e" para designar a la caída de tensión en voltios.

$$\text{En trifásico al final queda. } e = P \cdot L / \gamma_{\theta} \cdot S \cdot U \rightarrow e = \sqrt{3} \cdot i \cdot \cos \varphi \cdot L / \gamma_{\theta} \cdot S.$$

$$\text{Donde } \gamma_{\theta} = \gamma_{20} / (1 + \alpha (\theta - 20^{\circ}))$$

$$\text{(NOTA. En monofásico sería. } e = 2 \cdot P \cdot L / \gamma_{20} \cdot S \cdot U \text{)}$$

$$\gamma_{25} = \gamma_{20} / (1 + \alpha (25 - 20^{\circ}))$$

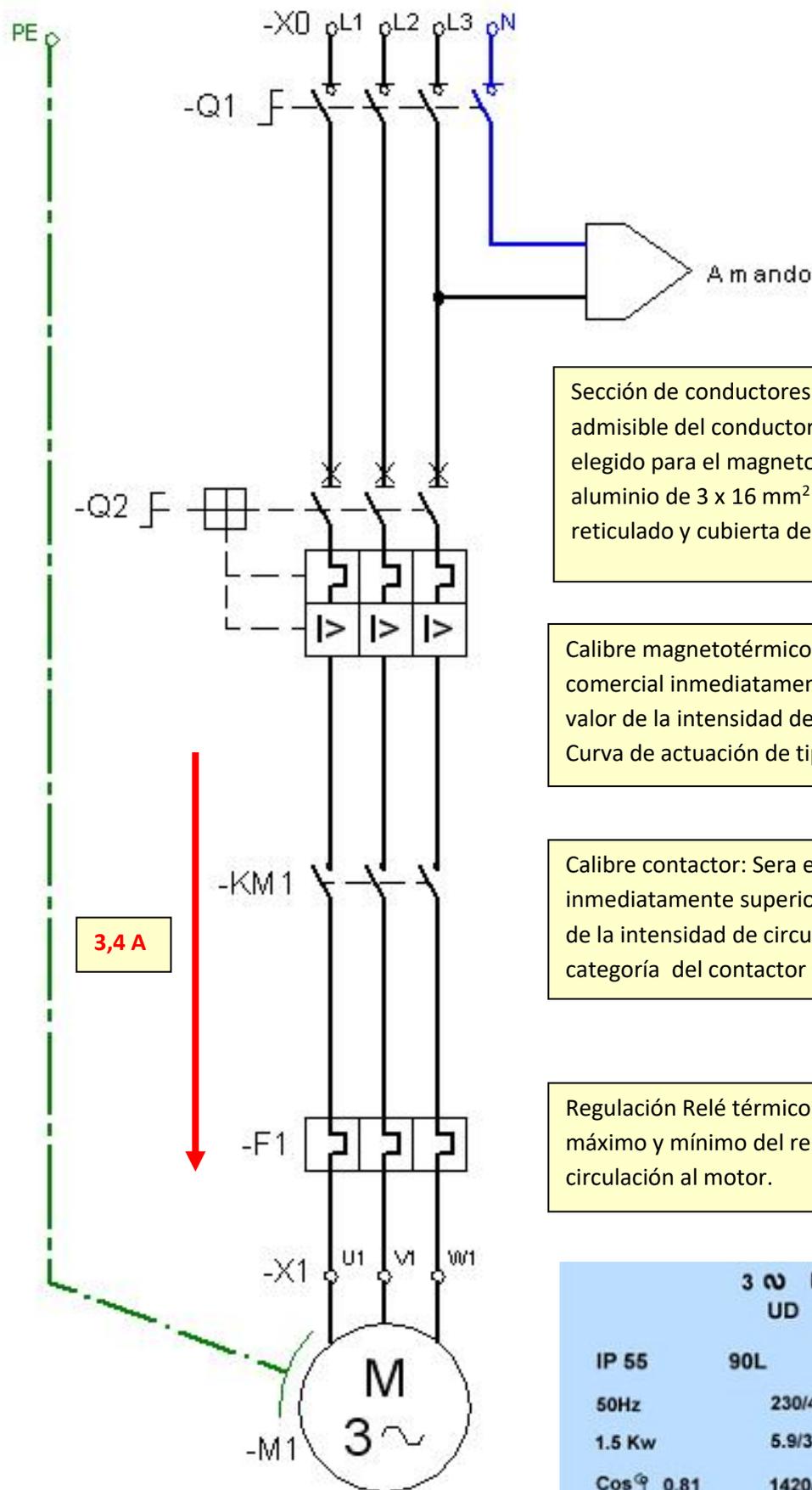
$$\gamma_{25} = 35 / (1 + 0,00403(25 - 20^{\circ})) = 34,3$$

$E = 1908 \cdot 100 / 34,3 \cdot 16 \cdot 400 = 0,87$ V. La temperatura de cálculo será de 25 °C.

$$\begin{matrix} 0,87 \text{ V} & \text{-----} & 400 \text{ V} \\ X & \text{-----} & 100 \end{matrix}$$

$$\rightarrow X = 0,87 \cdot 100 / 400 = 0,22 \% \rightarrow$$

Que es mucho menor que el 3 % (circuitos de viviendas), por lo que la elección de la sección es correcta.



Sección de conductores de potencia: La intensidad máxima admisible del conductor será mayor que el calibre comercial elegido para el magnetotérmico. En este caso Manguera de aluminio de 3 x 16 mm² + TT. Con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina.

Calibre magnetotérmico: Será el comercial inmediatamente superior al valor de la intensidad de circulación. Curva de actuación de tipo C.

Calibre contactor: Será el comercial inmediatamente superior al valor de la intensidad de circulación. La categoría del contactor será AC-3.

Regulación Relé térmico: Entre los valores de regulación máximo y mínimo del relé, debe estar la intensidad de circulación al motor.

3 ~ Mot. 1LA7096-4AA11 UD 0609/70322582-68				
IP 55	90L	IM B5	IEC/EN 60034	Th.CI.F
50Hz	230/400 V	ΔY	60 Hz	460 V Y
1.5 Kw	5.9/3.4 A		1.75 Kw	3.3 A
Cos ϕ 0.81	1420/ min		Cos ϕ 0.82	1720/ min
220-240/380-420V	ΔY		440-480 V Y	
6.1-6.1/3.5-3.5 A			3.4-3.4 A	
32144	6401			SF 1.1

Los conductores de conexión que alimentan a este motor deberán estar dimensionados para una intensidad del 125%. **ITC-BT-47**, Aprtd. 3.1. Por lo tanto se utilizará la intensidad de 4,25 A para calcular la sección de los conductores. Asimismo cuando hay mas de un motor la intensidad de cálculo será la suma del 125% de la intensidad del motor de mayor potencia y la intensidad nominal de todos los demás.

La potencia que marca la placa es potencia útil (es decir, la potencia mecánica en el eje del motor). La potencia que consume el motor se calcula de los valores de la placa.

$P_{el\acute{e}ctrica} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \rightarrow P_{el\acute{e}ctrica} = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 3,4 \cdot 0,81 = 1908 \text{ W.}$

Regulación de velocidad. Motores con devanados estáticos independientes.

La velocidad de un motor de jaula es función de la frecuencia de la red de alimentación y del número de polos. Por lo tanto podemos obtener un motor de **dos o varias velocidades** creando en el estator **combinaciones de bobinados que correspondan a números de polos diferentes**.

Recordemos la fórmula para la velocidad de sincronismo.

$$N = \frac{60 \cdot f}{P}$$

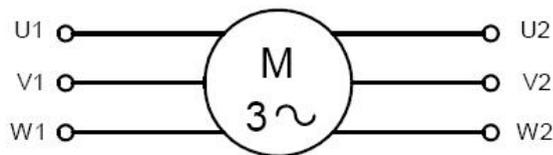
P — número de **pares** de polos

El número de polos, son los polos norte y sur que se pueden conseguir en un motor debido a la disposición física que se hace del bobinado. Por **par de polos** se entiende un polo norte y un polo sur.

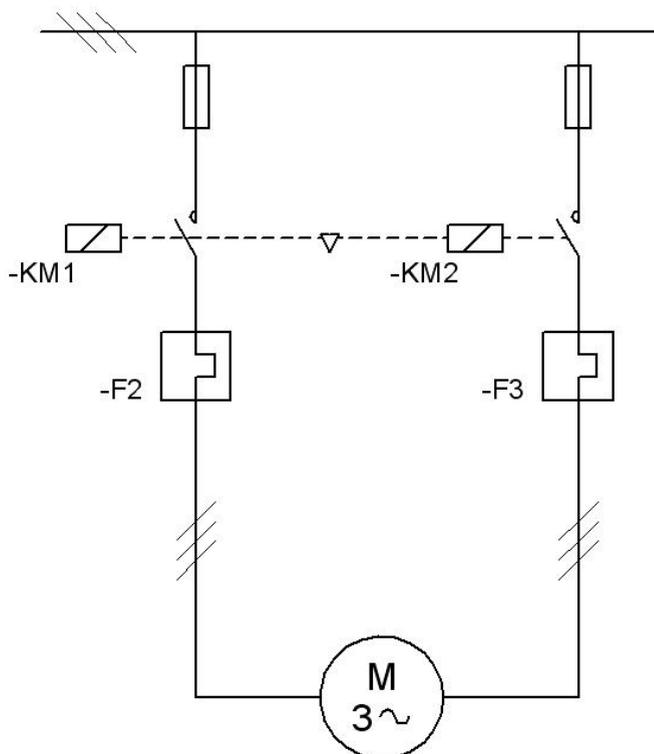
Según la fórmula anterior un método para variar la velocidad es variar el número de pares de polos.

Motores de dos devanados estáticos independientes.

Este tipo de motor contiene **dos arrollamientos estáticos eléctricamente independientes** que permiten obtener dos velocidades en una relación cualquiera. Es decir, realizamos un bobinado para una velocidad y luego otro para otra velocidad y los colocamos juntos en el estator, con las tomas de corriente de cada bobinado independientes una de otra.



Relación de velocidad de 3000/1500 por ejemplo. ¿Qué números de polos tendrán que crear cada devanado?



Pequeña velocidad.

KM1 = 1, KM2 = 0

Gran velocidad.

KM2 = 1, KM1 = 0

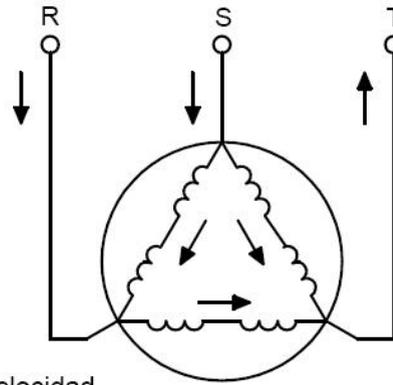
F2 = Relé para intensidad del motor de baja velocidad.

F3 = Relé para intensidad del motor de gran velocidad

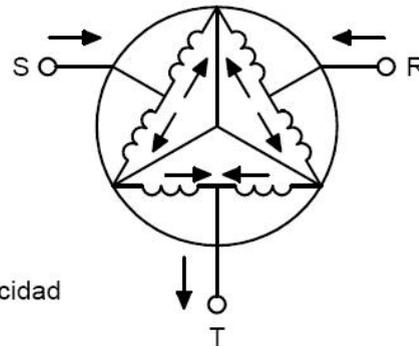
Regulación de velocidad. Motores con conexión Dahlander.

Motor de polos conmutables: **conexión Dahlander.**

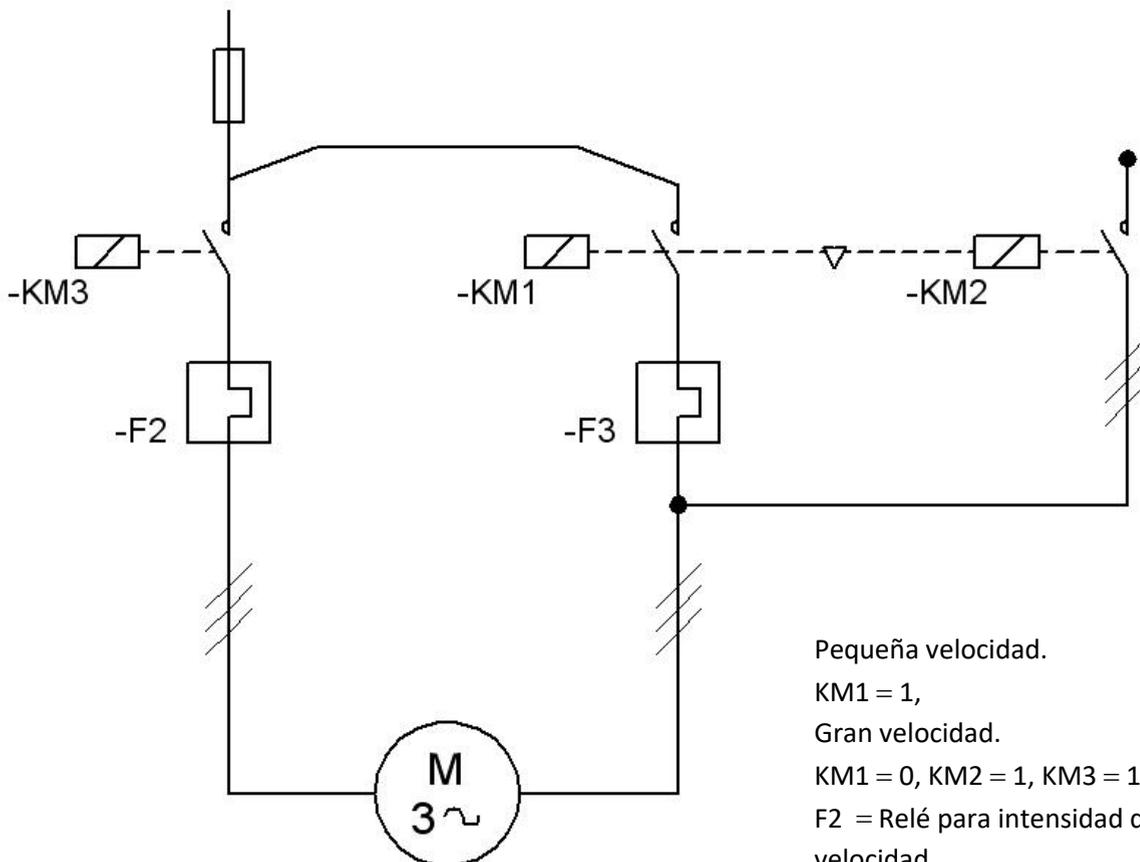
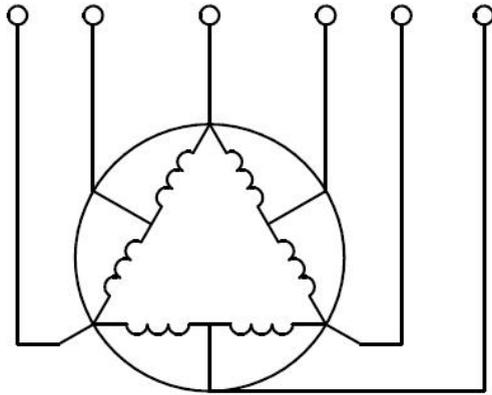
Son motores con una disposición de devanados del tipo que se ve en la figura, es decir, las bobinas tienen una toma intermedia. Según alimentemos de una forma o de otra nos saldrán un número de pares de polos u otro.



Pequeña velocidad



Gran velocidad



U1 ○ ○ U2
V1 ○ ○ V2
W1 ○ ○ W2

Pequeña velocidad.

KM1 = 1,

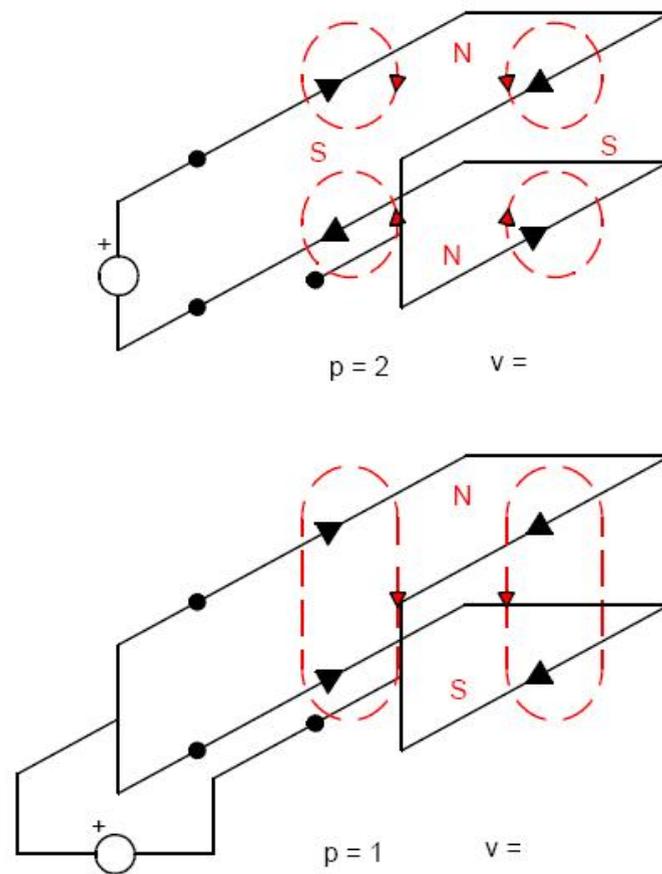
Gran velocidad.

KM1 = 0, KM2 = 1, KM3 = 1

F2 = Relé para intensidad del motor en baja velocidad.

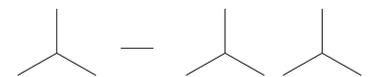
F3 = Relé para intensidad del motor en gran velocidad

Formación de campos magnéticos al cambiar el número de pares de polos.



Existen dos variantes:

Una, llamada **de potencia constante**, porque para mantener la corriente en su valor nominal es preciso que par resistente y velocidad de accionamiento cumplan $M_{res} \cdot N_{acc} \approx cte$. De este tipo es un motor con la conexión:



Otra, llamada **de par constante**, porque el **momento de giro** puede ser el mismo para la velocidad baja que para la velocidad alta. De este tipo es un motor con la conexión:



Se pueden combinar las dos opciones anteriores para conseguir 3 o 4 escalones de velocidad.

Motores de 3 velocidades de las que 2 están en la relación 1:2; constando de un devanado Dahlander y otro normal.

Motores de 4 velocidades, cada dos en relación 1:2; constando de dos devanados Dahlander.

Para motores de más de 2 velocidades la placa de bornes debe poseer 9 y 12 bornes.

Otros sistemas para variar la velocidad en motores asíncronos.

Regulación de velocidad por deslizamiento.

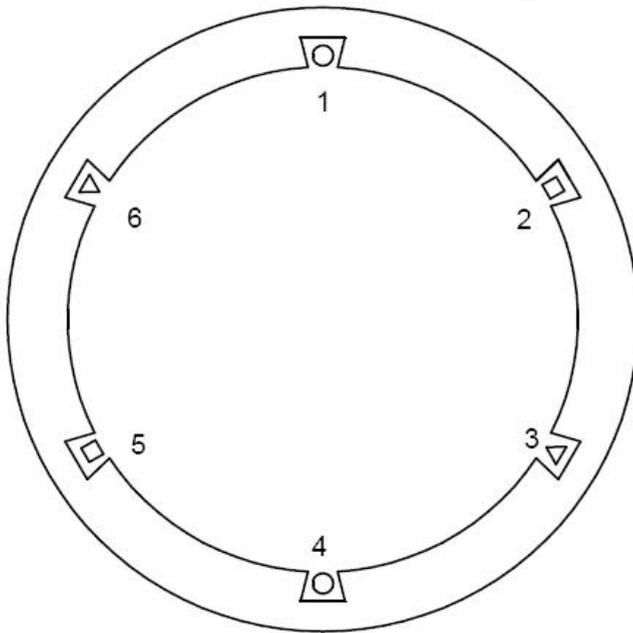
La conexión de una **resistencia permanente sobre el rotor de un motor de anillos reduce su velocidad** tanto más, cuanto más elevada sea la resistencia. Por lo tanto si queremos varios escalones de velocidad lo que tendremos que hacer es conectar una serie de resistencias a un motor asíncrono de anillos.

Estas resistencias de deslizamiento pueden ser cortocircuitadas en varias etapas, tanto para obtener una regulación de la velocidad como una aceleración progresiva y el arranque completo del motor. Deben estar previstas para soportar la duración de funcionamiento en regulación de velocidad, es decir, para un funcionamiento permanente. Como inconvenientes presentan unas grandes pérdidas de energía y que la velocidad obtenida no es independiente de la carga; así por ejemplo, la reducción de velocidad obtenida por una resistencia podría ser del 50% en plena carga y del 25% en media carga.

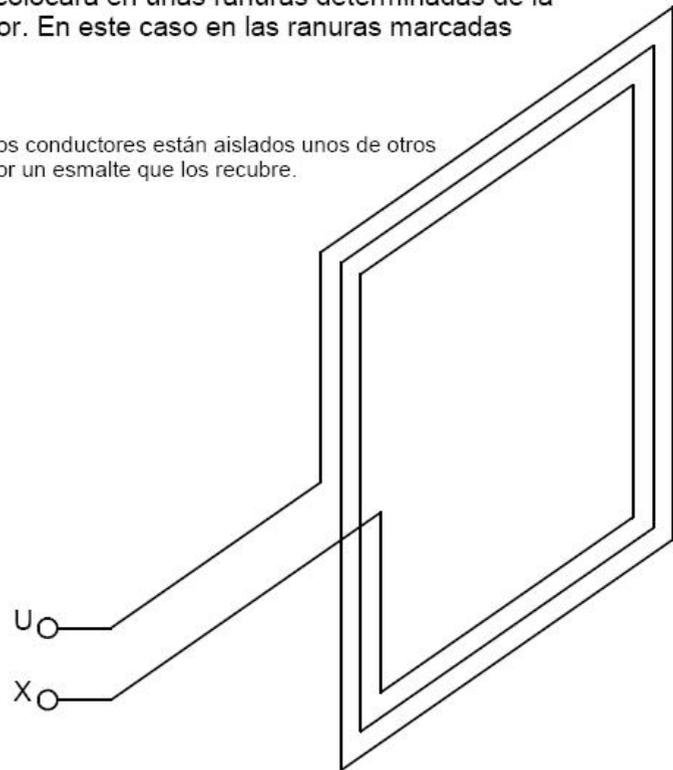
Otra forma de variar la velocidad es conseguir **variar la frecuencia** de la red de alimentación al motor. Esto lo conseguimos **mediante electrónica de potencia**.

Disposiciones constructivas de motores asíncronos.

2.- La bobina se colocará en unas ranuras determinadas de la carcasa del estator. En este caso en las ranuras marcadas con 1 y 4.



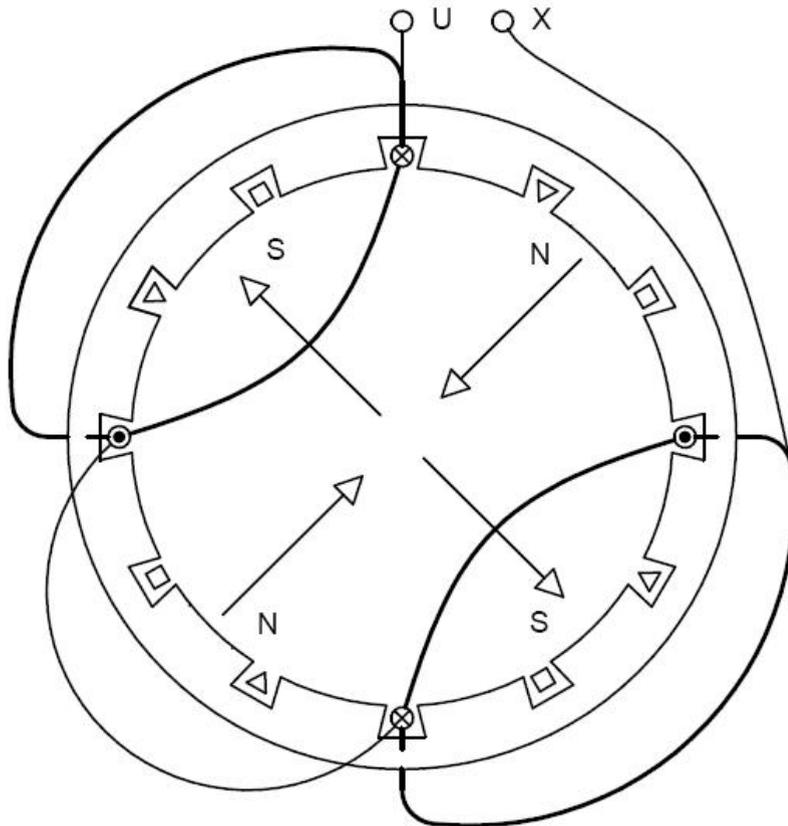
Los conductores están aislados unos de otros por un esmalte que los recubre.



1.- Bobina realizada con un determinado numero de vueltas de un conductor esmaltado de una determinada sección.

3.- Hacemos otras dos bobinas idénticas a la anterior y las colocamos en sus ranuras; la V-Y en las ranuras 3 y 6 y la W-Z en las ranuras 5 y 2.

Según lo anterior tendremos 3 bobinas desfasadas espacialmente 120° por los que van a circular corrientes también desfasadas 120° . Con esto lo que obtenemos es un campo giratorio de 1 par de polos.



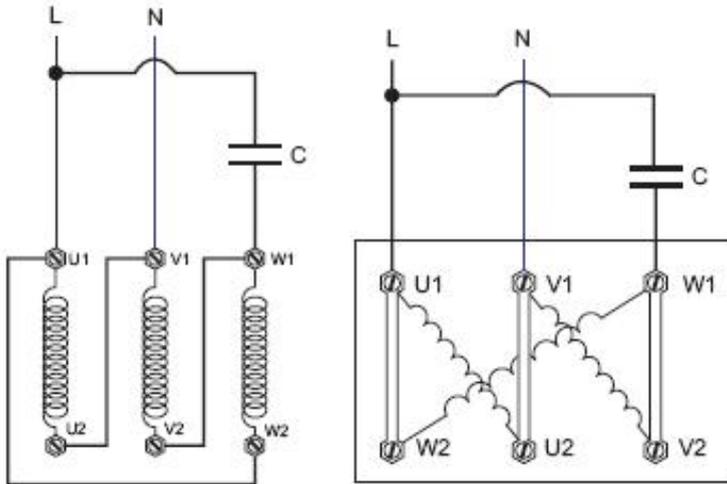
4.- En este caso tenemos el doble de ranuras con 2 bobinas por fase espaciadas de una manera determinada que nos da un campo magnético de 2 pares de polos.

5.- Por último si queremos dos velocidades, combinaremos los dos devanados anteriores en una misma carcasa con dos juegos de bornes; cada juego corresponderá a un devanado y según el que conectemos tendremos una u otra velocidad (motor de dos devanados estáticos independientes). Cada devanado independiente lo cerraremos internamente por ejemplo en triángulo.

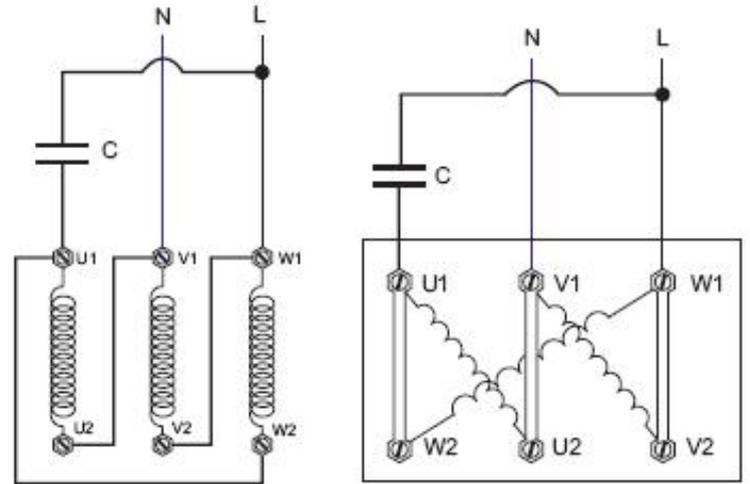
Motores trifásicos como monofásicos. Conexión Steimetz.

Para conectar un motor trifásico de rotor en cortocircuito a una red monofásica, se puede realizar la conexión Steinmetz. Mediante la inserción de un condensador, es posible el arranque del motor, aunque el par de arranque se puede ver reducido de un 20 a un 30%. Tenga especial cuidado en la conexión del motor, por ejemplo, con tensiones de 230V y 400V.

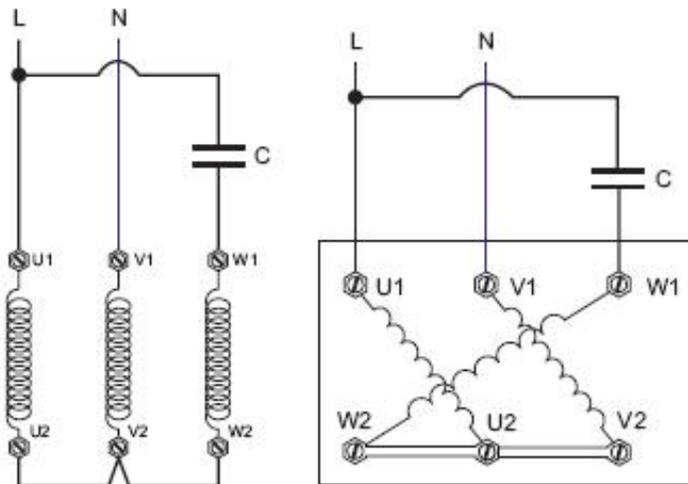
Ejemplo 1. Motor trifásico 400/230 V conectado en triángulo a 230V. El condensador se insertará entre la fase y el tercer bobinado



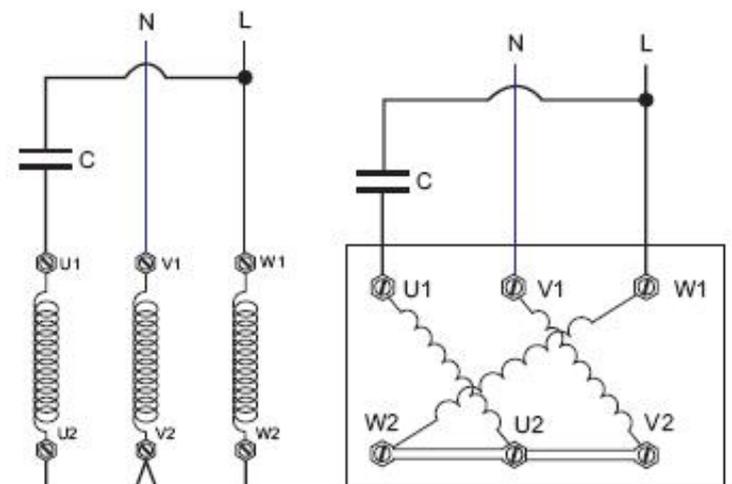
Para invertir el sentido de giro, se cambiará al condensador de bobinado.



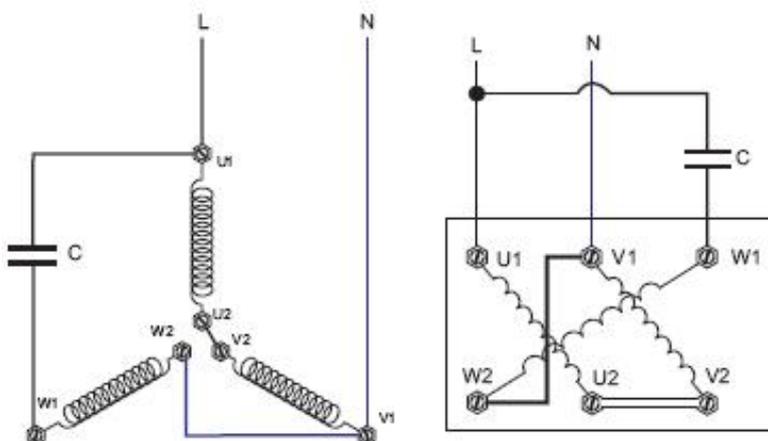
Ejemplo 2. Motor trifásico 400/230 V conectado en estrella a 400V. El condensador se insertará entre la fase y el tercer bobinado



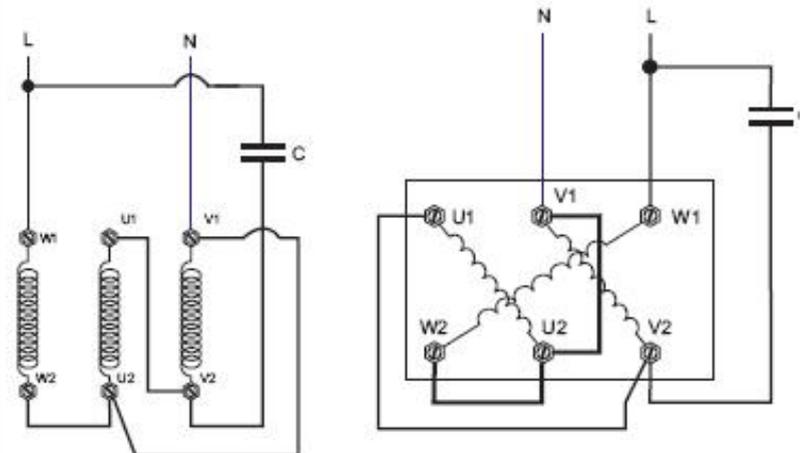
Para invertir el sentido de giro, se cambiará al condensador de bobinado.



Ejemplo 3. Motor trifásico 400/230 V conectado a 400V. El condensador se insertará como muestra el esquema.



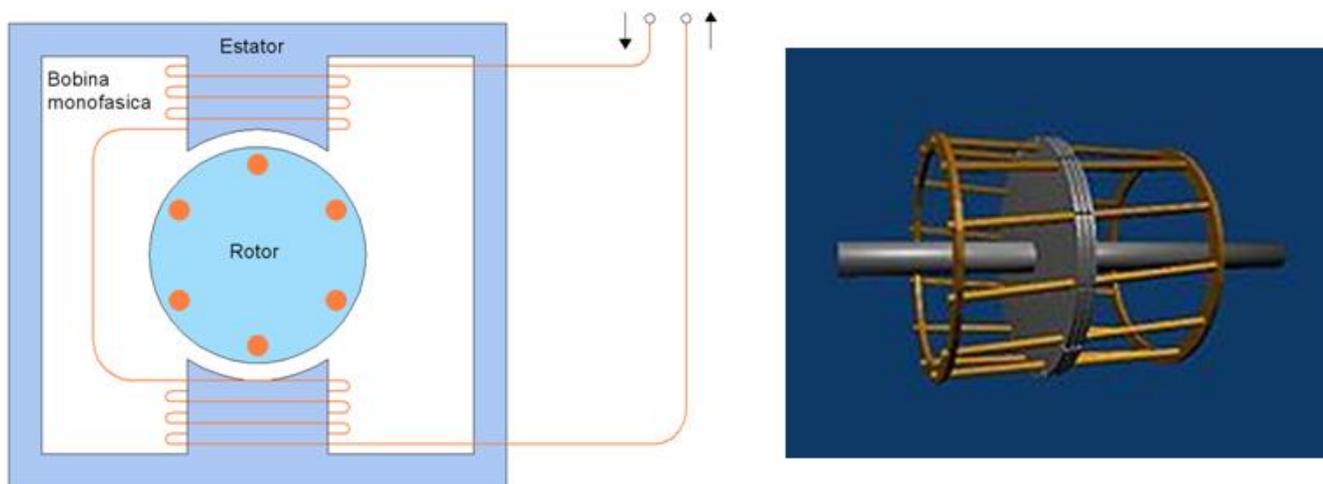
Ejemplo 4. Motor trifásico 400/230 V conectado a 230V. El condensador se insertará como muestra el esquema.



El condensador a utilizar se calculará en función de 70 μF por cada kW de potencia del motor.

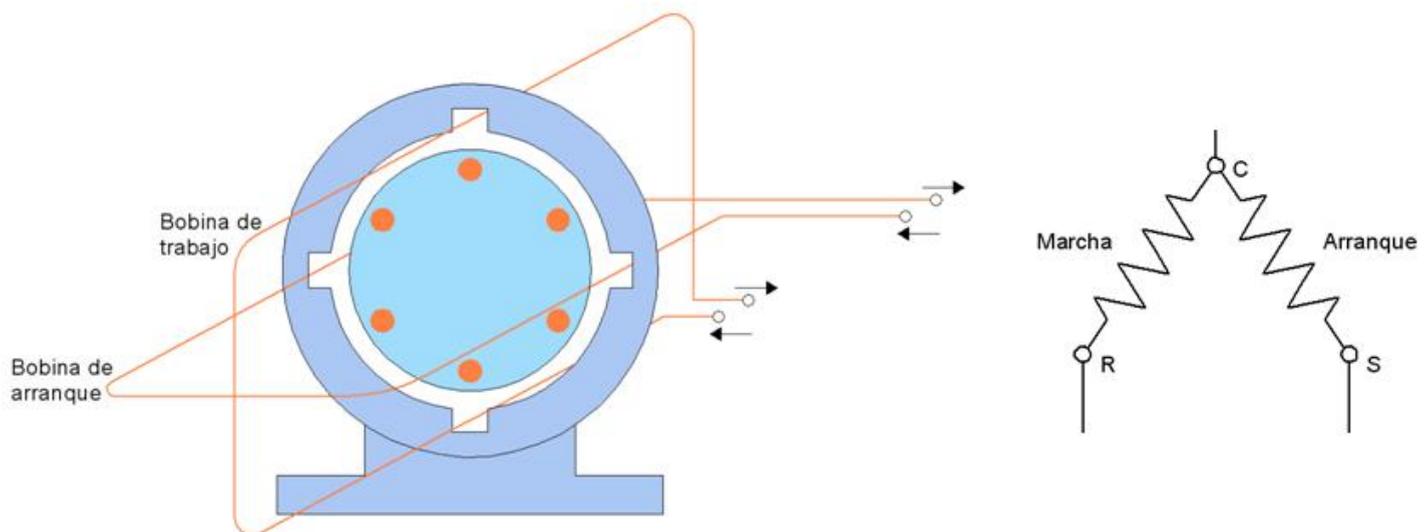
Motores monofásicos.

Un motor monofásico asíncrono consta a grandes rasgos de un bobinado por el que circula corriente (en el estator) y un rotor en forma de jaula de ardilla en el que se induce corriente. Este motor así configurado no tiene par de arranque. Si en el momento de conectarlo a la alimentación le damos un “empujón” al rotor, este acelerará en el mismo sentido que dicho “empujón” hasta una velocidad determinada, generando par.



88

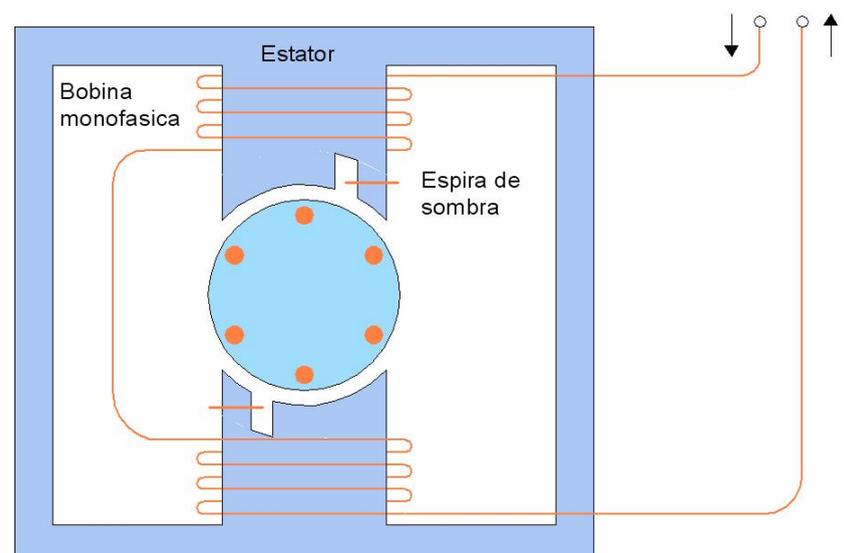
Para solucionar el par de arranque se realizan los motores monofásicos con dos bobinados colocados uno a 90 grados del otro (en cuadratura). Con esta disposición se pueden configurar distintas maneras de arrancar el motor.



Motor de espira de sombra.

Motor de espira de sombra.

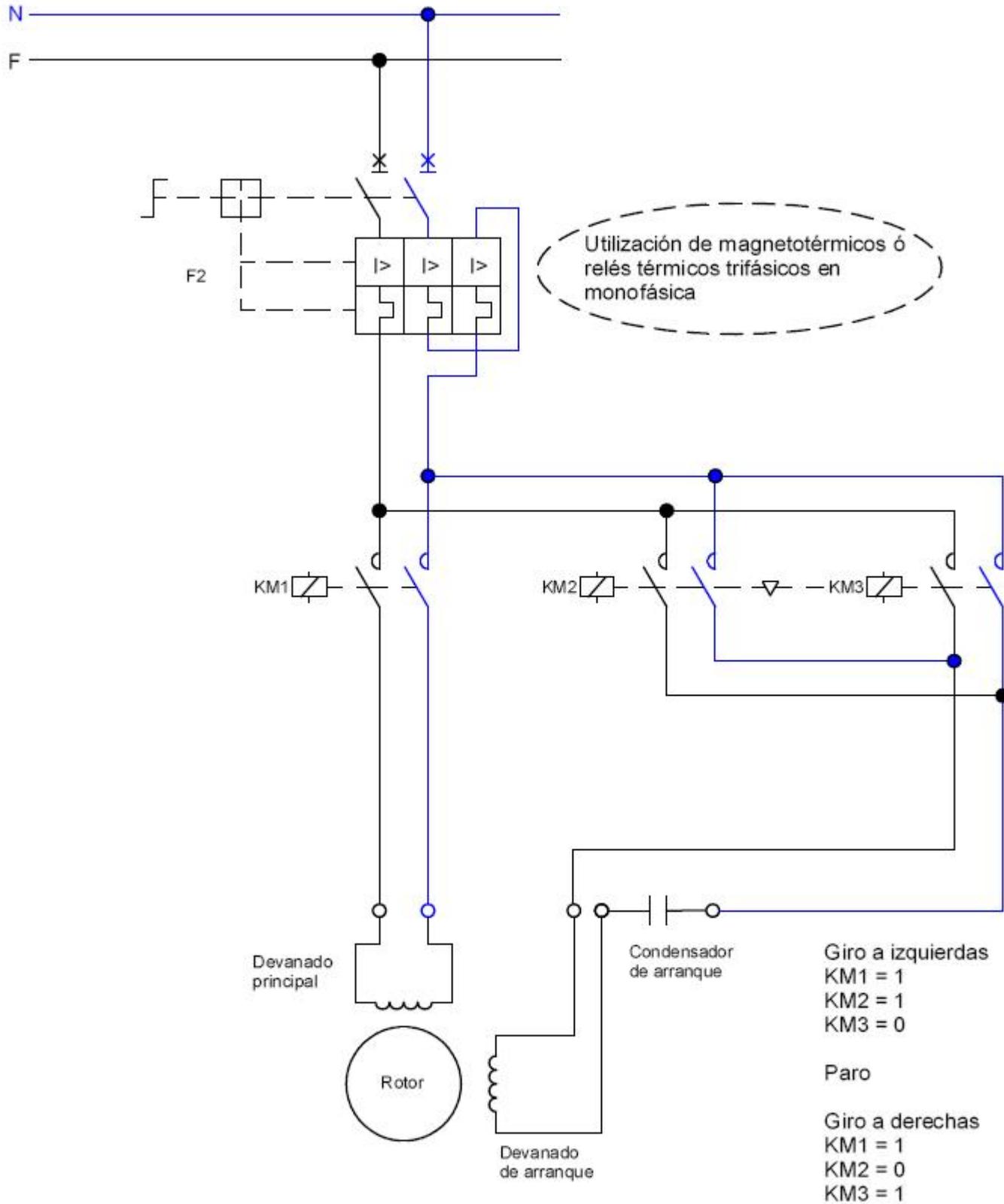
Son motores con una espira en cortocircuito que distorsionan el campo magnético de forma que se produce un par de arranque. No hay posibilidad de cambiar el sentido de giro por métodos eléctricos con esta disposición (como son motores pequeños la única forma es cambiar la orientación del motor en el espacio).



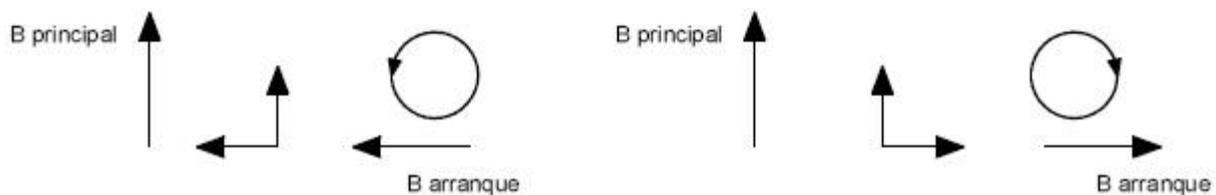
Maniobras en motores monofásicos. Cambio de sentido de giro.

Para cambiar el sentido de giro en un motor asíncrono monofásico.

Tenemos que cambiar el sentido de la corriente en el motor o el sentido del campo magnético pero no los dos a la vez. En este caso cambiamos el sentido del campo de arranque y mantenemos el principal.



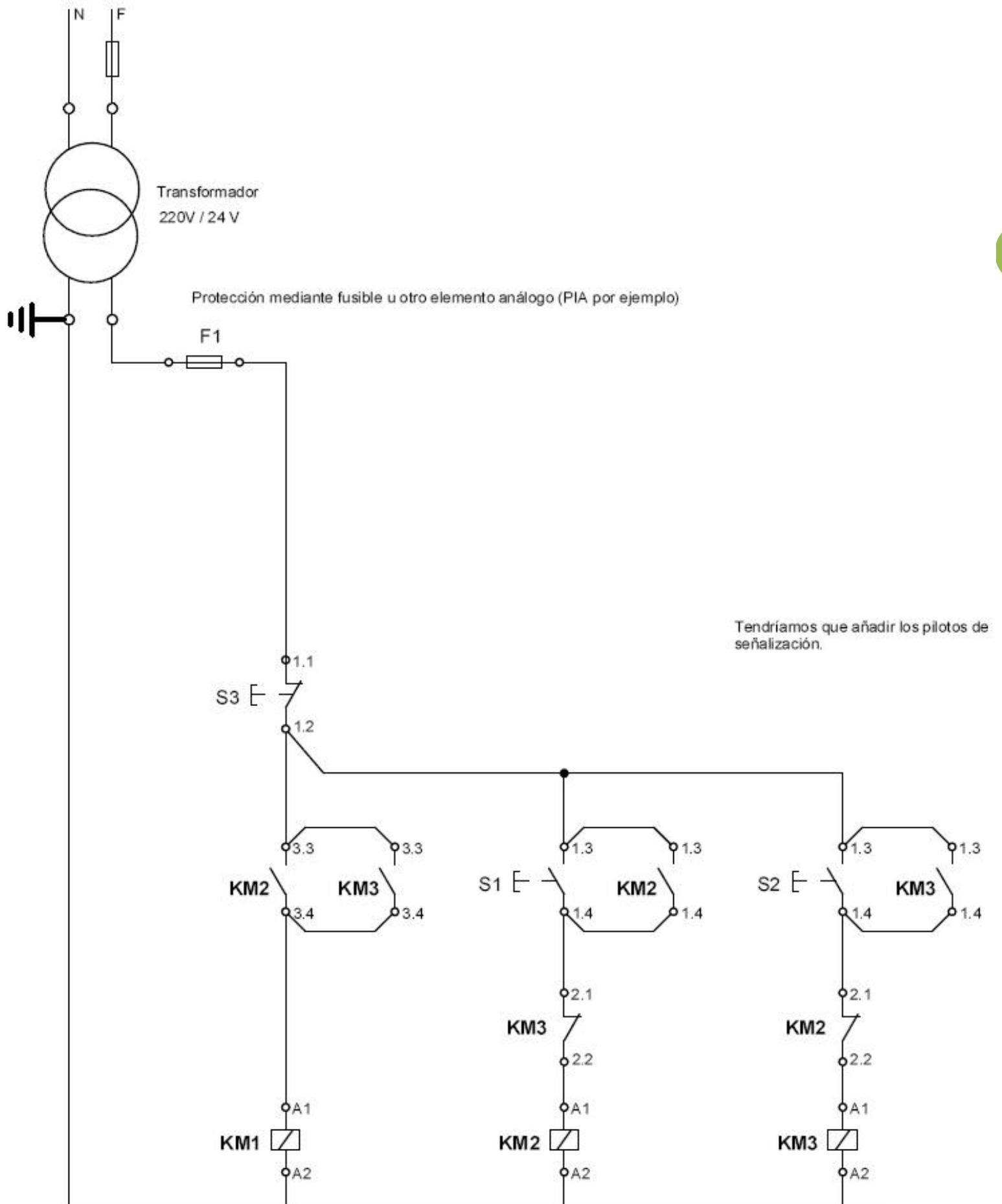
Como los flujos magnéticos dependen de la intensidad y ésta está desfasada 90° en el devanado de arranque con respecto al devanado principal a causa del condensador, el campo total creado por la superposición de ambos será el siguiente.



Como existe un desfase de 90° , cuando el campo principal está en un máximo el campo producido por el devanado de arranque está en su mínimo, al decrecer el campo principal crece el campo de arranque produciéndose con la superposición de los dos un campo giratorio en un determinado sentido.

Circuitos de mando utilizando contactores con bobinas de 24 V de corriente alterna.

Si se utilizan tensiones de 24 V para el circuito de mando se necesitara algún elemento que suministre dicha tensión. Se tendrá que utilizar un transformador de mando.



Alimentación mediante un transformador de mando.

Si se quiere utilizar una **tensión inferior** a la que existe en el circuito de alimentación o se quiere crear **una red separada de la general** en el circuito de mando se utilizara un **transformador de mando** para alimentar a dicho circuito.

VER UNE-EN 60204-1: Seguridad en las máquinas. Equipo eléctrico en las máquinas. Parte 1. Requisitos generales.

Para alimentar los circuitos de mando de los conjuntos que dispongan de mas de un arrancador de motor y/o mas de 2 dispositivos de mando (relés, temporizadores, etc) deben utilizarse obligatoriamente transformadores separados (con bobinados separados, por lo que no sirven los autotransformadores). Cuando se utilicen varios transformadores se recomienda que sus bobinados estén conectados de tal forma que las tensiones secundarias estén en fase. No se podrán alimentar desde el mismo devanado del transformador circuitos de corriente alterna y corriente continua cuando el circuito de c.c. esté conectado a tierra en su punto de masa. Para ello se deberán utilizar transformadores con doble devanado secundario o preferiblemente transformadores distintos. El primario de dichos transformadores se alimentará preferiblemente entre fase y neutro para evitar variaciones de tensión indeseadas y sus efectos imprevisibles de las maniobras ante una falta de fase.

91

Las tensiones de mando de circuitos sin transformador no podrán superar los 500 V. c.a. Para los circuitos con transformador la tensión nominal no excederá en ningún caso los 277 V. en la salida del secundario. Se recomienda para los circuitos de mando el uso de 220 V c.a. por los inconvenientes de las pequeñas tensiones (elevados amperajes, caídas de tensión, mayor sección de los conductores, menor fiabilidad, mayor desgaste de los contactos, etc...) El empleo de pequeñas tensiones debe limitarse a casos indispensables de mando y al uso en circuitos de control (circuitos de bajo consumo como es el caso de autómatas programables, en los cuales se ha estandarizado una tensión de 24 V en c.c.)

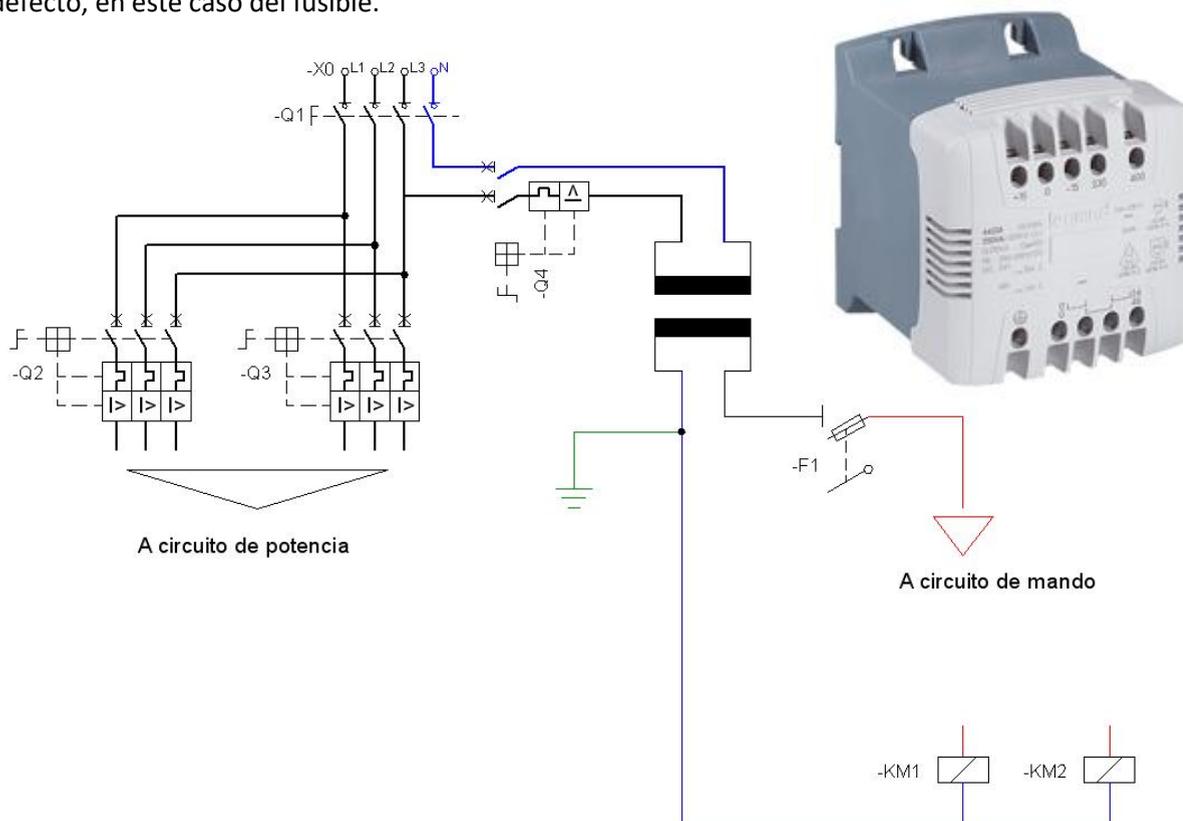
Los transformadores para alimentar circuitos de mando se protegerán a la entrada mediante protección contra sobrecargas y cortocircuitos por ejemplo mediante disyuntores. La protección del secundario del transformador se puede realizar únicamente mediante protección contra cortocircuitos y en una sola de las fases.

Sistema de seguridad contra corrientes de defecto.

Es obligatorio el uso de un sistema de seguridad en los circuitos secundarios de mando para evitar conexiones o desconexiones involuntarias de las máquinas ante la aparición de derivaciones a masa en puntos distintos del circuito. Los dos posibles sistemas de seguridad son:

Puesta a tierra de una fase del secundario del transformador.

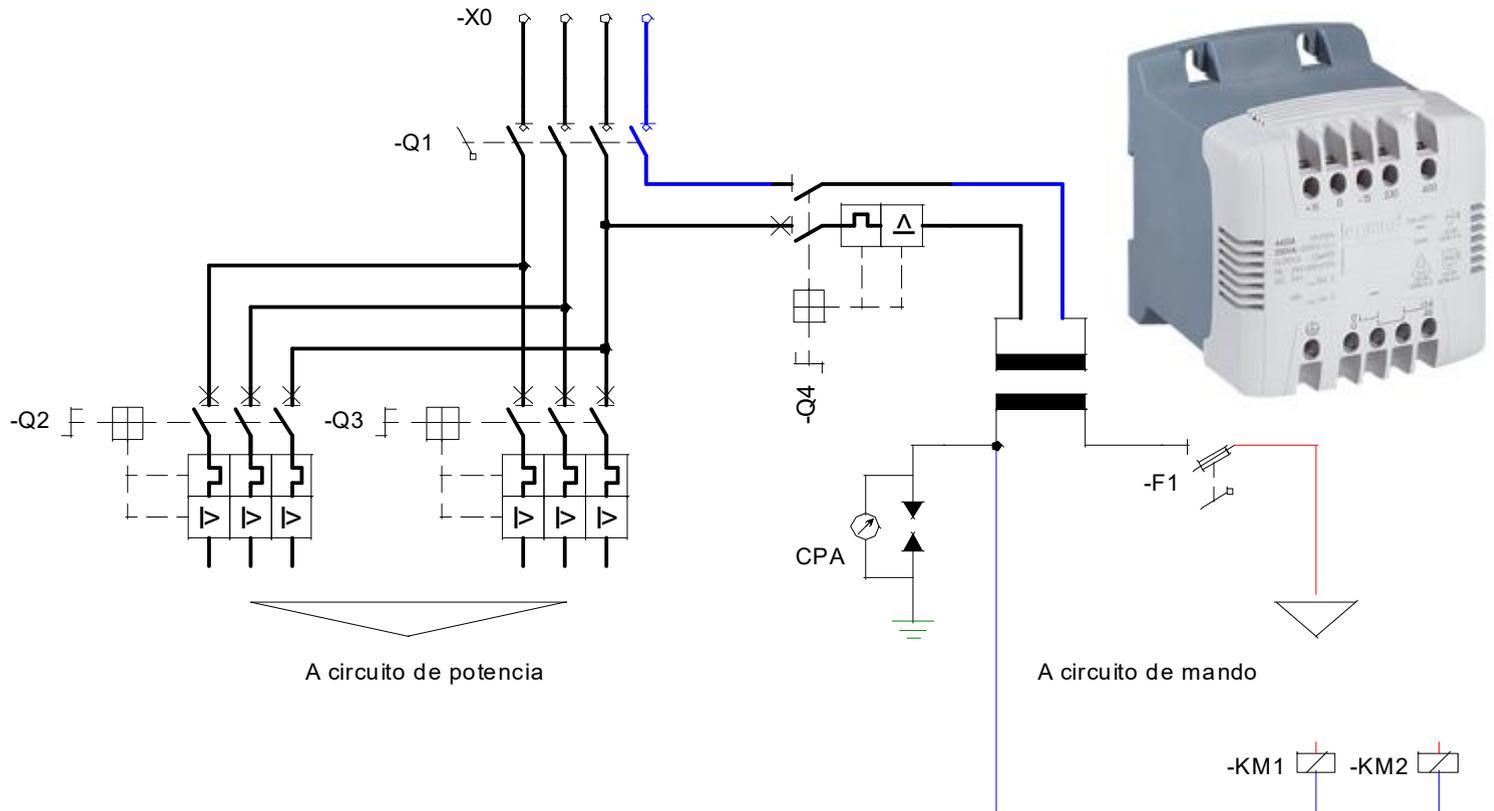
La puesta a tierra de una de las fases del secundario del transformador es la opción más económica. Mediante la puesta a masa de una de las fases, una derivación en cualquier punto del circuito provocará la actuación de la protección contra cortocircuitos de cabecera. Es decir transformamos una derivación a tierra en un cortocircuito haciendo que actúen las protecciones contra este defecto, en este caso del fusible.



Utilización de un equipo de control de aislamiento.

En caso de no conectar a tierra una de las fases del secundario será obligatorio el uso de equipos de control de aislamiento que indiquen el fallo cuando se produzca un defecto e interrumpan el funcionamiento de los equipos cuando exista peligro para las máquinas o personas.

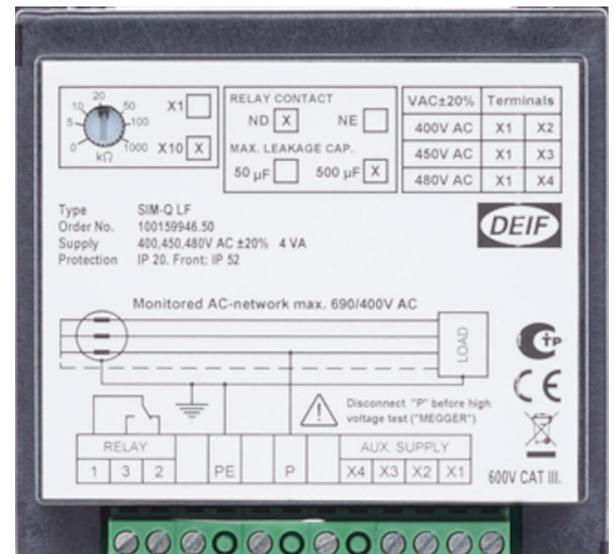
En este caso al producirse un primer defecto a tierra el sistema no actuará pero el **controlador permanente de aislamiento** emitirá una alarma al equipo de mantenimiento; en caso de producirse un segundo fallo el sistema se desconectará.



92



Vigilador de aislamiento (delantera)



Vigilador de aislamiento (trasera)

Variadores de frecuencia (variadores de velocidad para motores de corriente alterna).

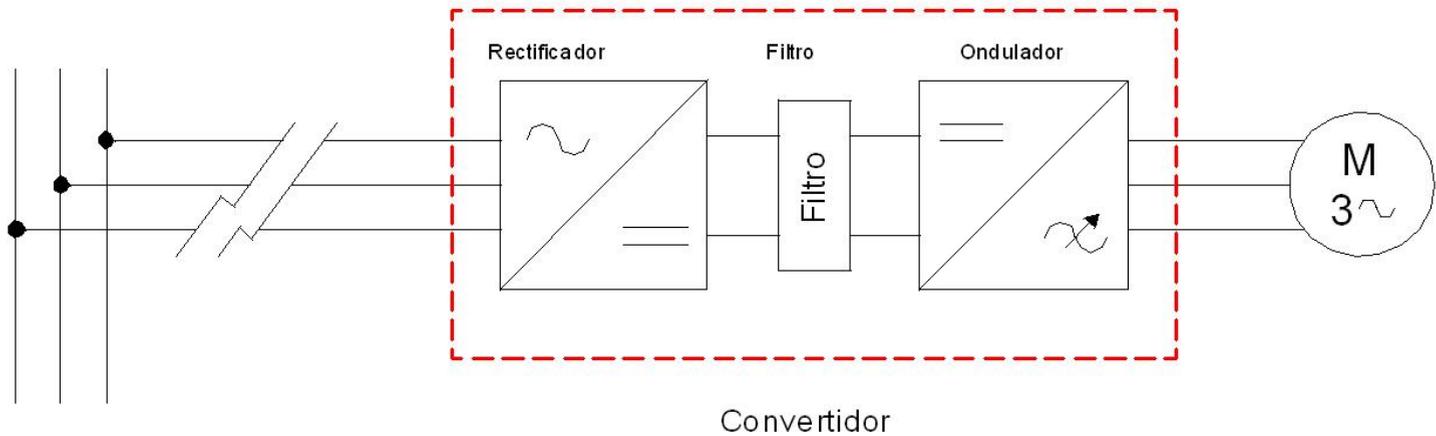
Si observamos la formula de la velocidad del campo magnético en un motor asíncrono, vemos que la otra posibilidad aparte de las ya vistas para poder cambiar la velocidad de giro, es modificar la frecuencia de alimentación a dicho motor. $N = 60 * f / P$

Esto se puede realizar mediante la utilización de variadores de frecuencia.

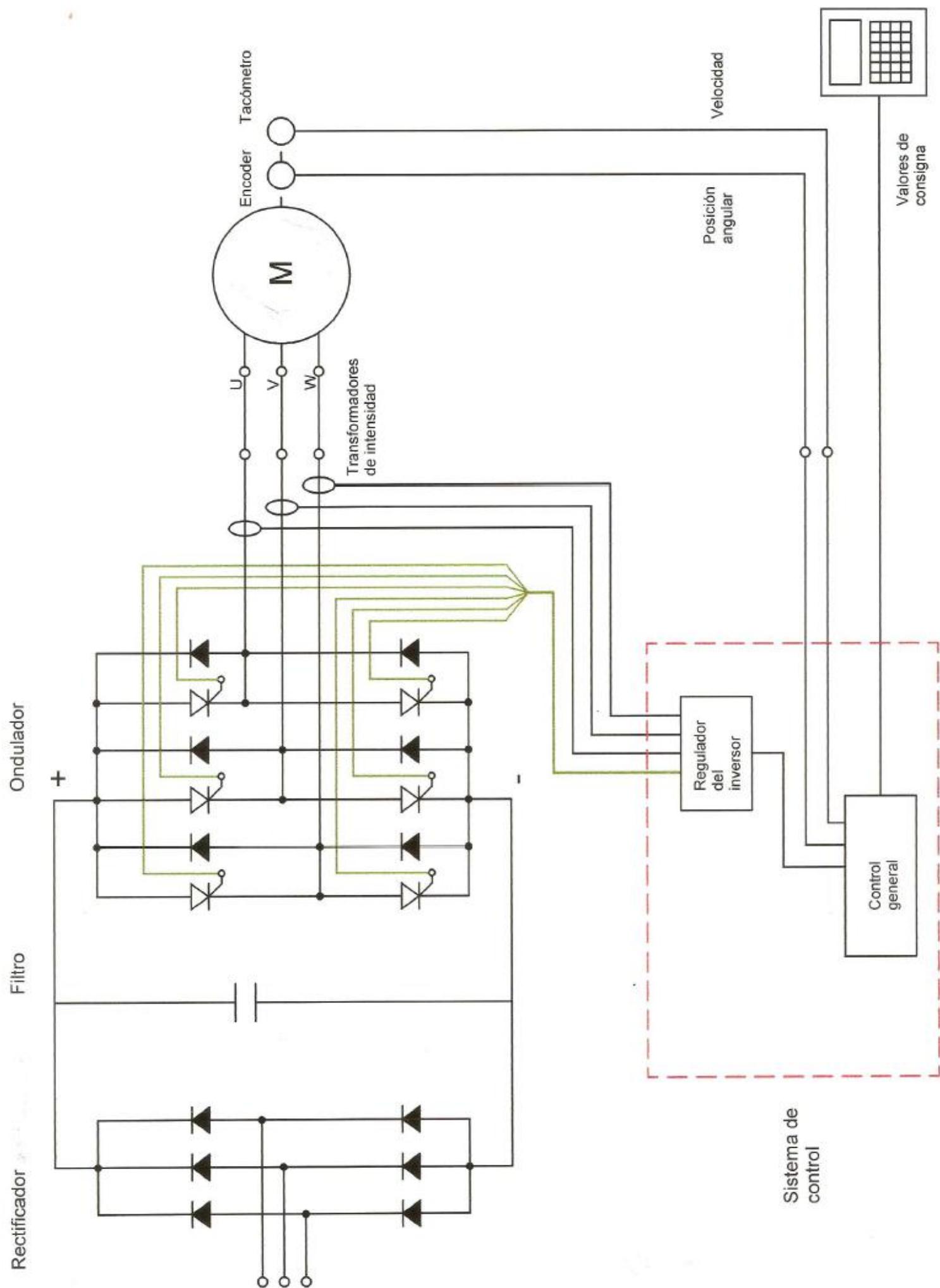
Internamente constan de una electrónica de potencia y una electrónica de control para mando.

Hay otras soluciones pero la solución mas generalizada es rectificar la corriente alterna de entrada a corriente continua y luego convertir dicha corriente continua de nuevo a alterna pero con la frecuencia que se considere.

El esquema básico para un regulador de frecuencia será el siguiente.



Esquema general de un regulador de velocidad.

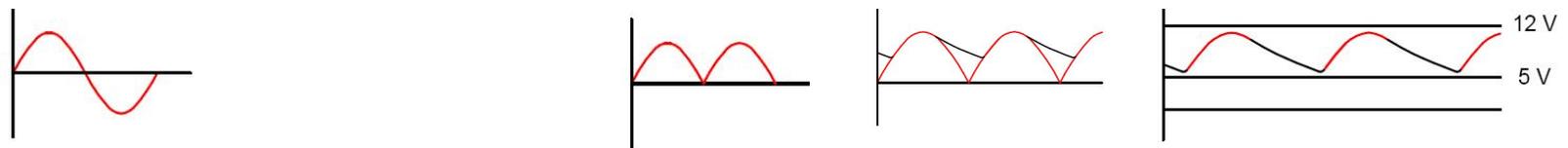
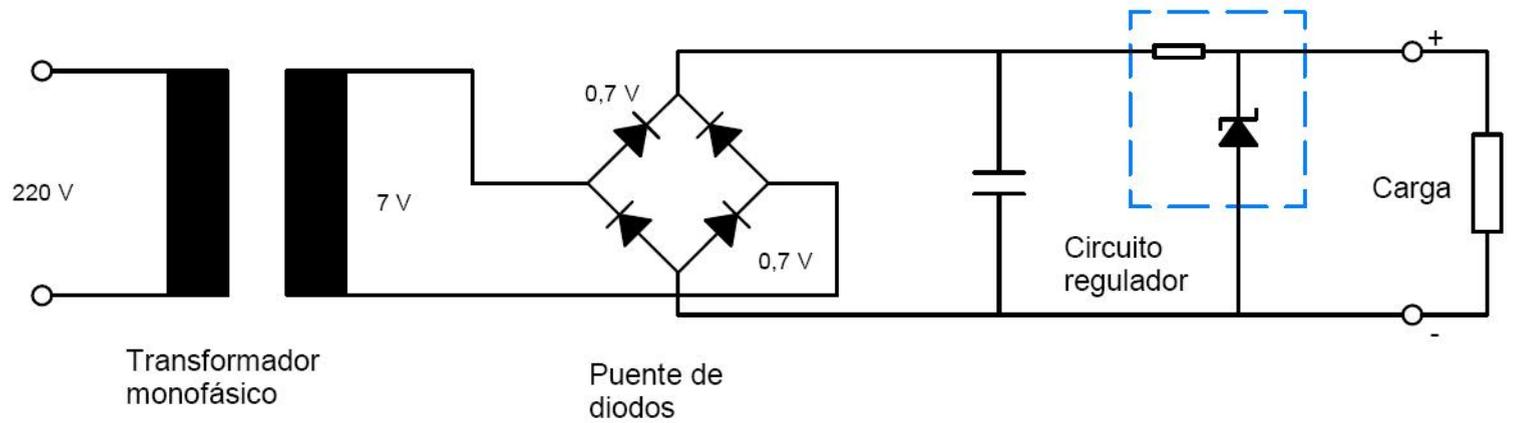


Partes de un variador.

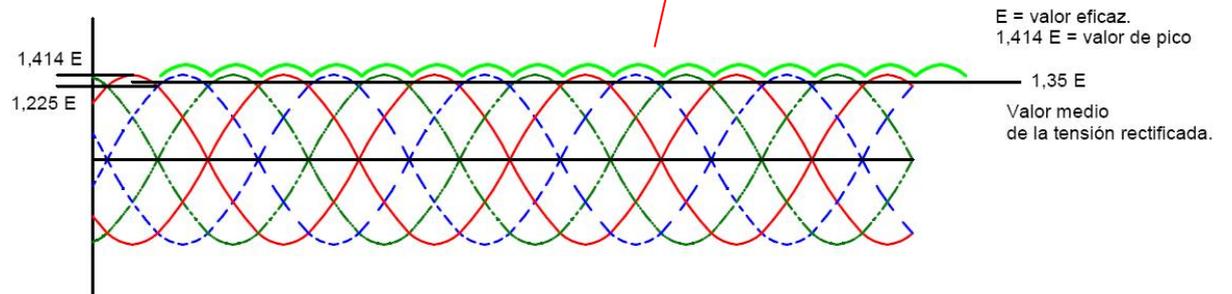
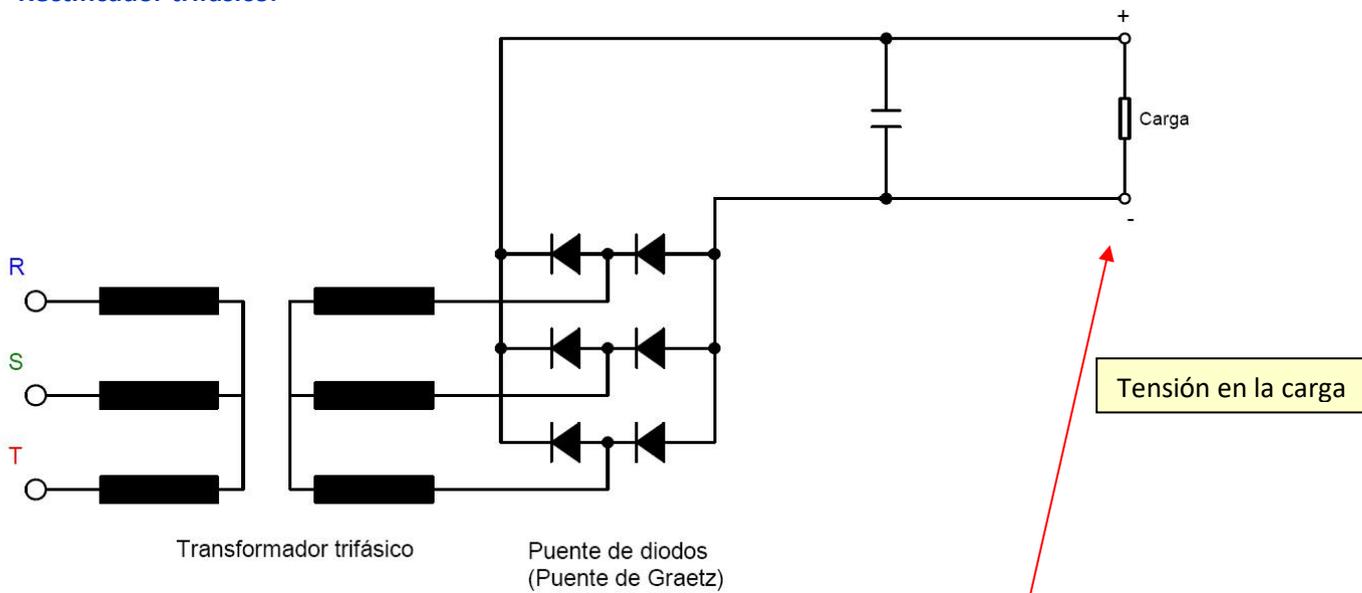
Rectificador.

Un rectificador transforma la corriente alterna en corriente continua.

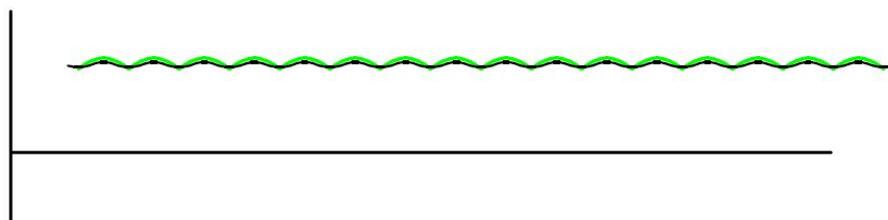
Rectificador monofásico.



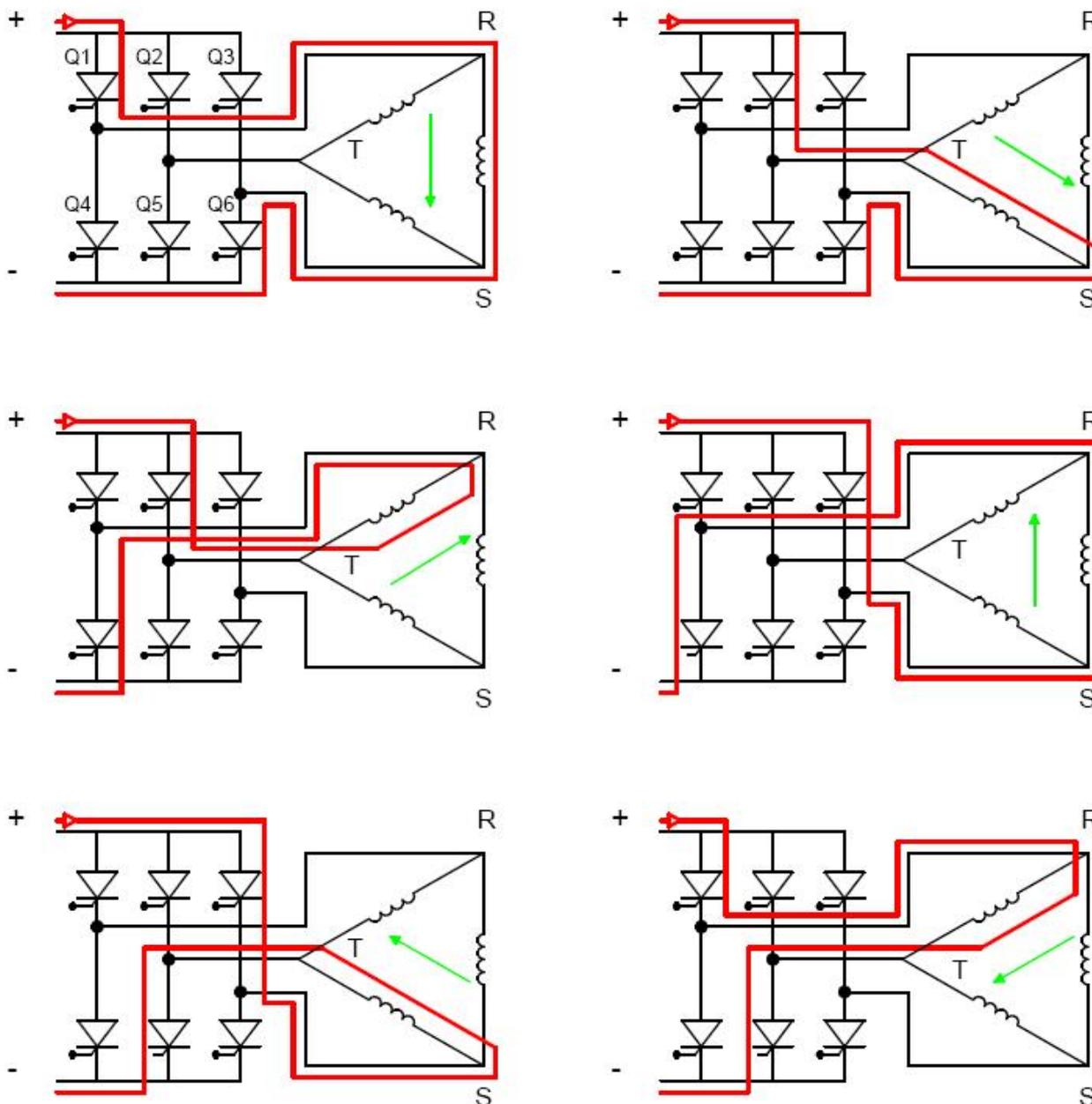
Rectificador trifásico.



En el caso de que no existiese un condensador la tensión que tendríamos en la resistencia sería la señalada en el siguiente grafico en trazo grueso. Si colocamos un condensador los cambios bruscos de tensión se suavizarán y la onda de tensión será mas parecida a una tensión continua.



Ondulador.



El ondulador es un conmutador electrónico que comunica alternativamente la tensión o intensidad continua del circuito intermedio a las fases del motor de corriente alterna conectado a su salida. En el caso de la figura se están utilizando **tiristores** como conmutadores (**interruptores electrónicos**)

En el esquema se ven las fases del motor y como son alimentadas sucesivamente por el ondulador. El motor está conectado en triángulo y por lo tanto las fases van siendo energizadas de una en una. Se puede ver como se crea un campo magnético que va girando según se le mandan los impulsos a los conmutadores de una manera determinada.

La secuencia de conmutación es la siguiente: Q1 y Q6, Q2 y Q6, Q2 y Q4, Q3 y Q4, Q3 y Q5, Q1 y Q5.

Variadores de frecuencia comerciales.

En el mercado existen una serie de dispositivos variadores de velocidad por medio de la frecuencia que en su sistema de control incluyen una serie de ventajas.

Están diseñados de cara a su aplicación industrial. Al realizar una aplicación lo que se tendrá que realizar es una **parametrización** de una serie de valores; es decir, se le introducen una serie de valores al sistema de control para que este en base al programa del fabricante (que nosotros no podemos tocar) actúe en consecuencia. Esos valores pueden ser los datos de la placa del motor a utilizar, el tiempo en el que se quiere que el motor arranque o frene, la utilización de las entradas y salidas digitales y analógicas que el aparato trae integradas, etc...

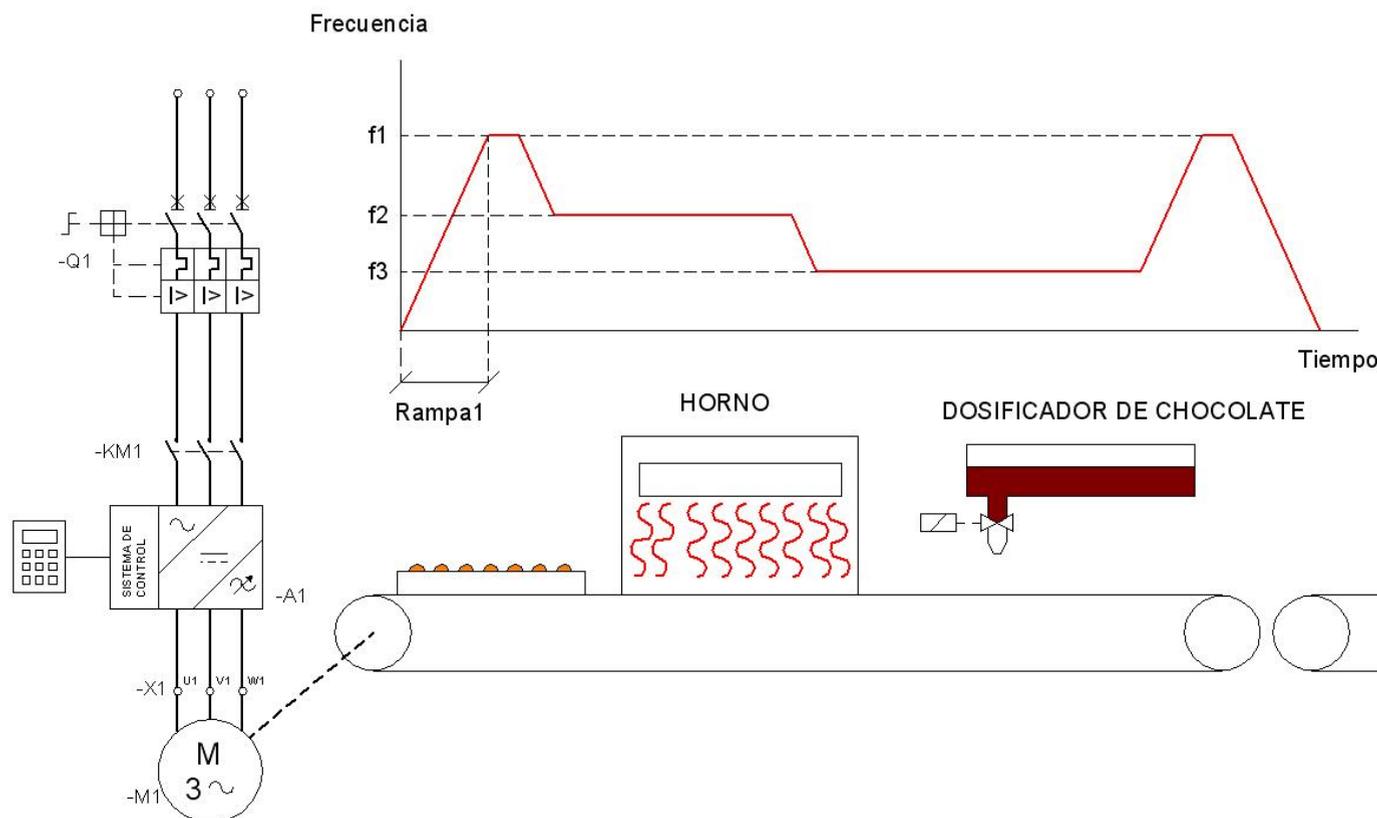
Las aplicaciones de los variadores de velocidad (frecuencia) son variadas; se pueden utilizar para mantener la velocidad constante en una bobina de papel, chapa, etc... para ahorrar energía en los suministros de agua, para variar la velocidad de una cinta según las ordenes de producción, etc...

Al plantearse un problema en el que se involucre variación de velocidad se realizará un diagrama de cómo va a evolucionar dicha velocidad en función del tiempo según las características del problema. De este diagrama se obtendrán los valores que luego se utilizaran para parametrizar el variador.

Veamos un ejemplo aclarador de conceptos.

Se trata de realizar el proceso de cocer y cubrir unas galletas con chocolate. Dicho proceso consiste en lo siguiente:

Se cargan las masas de galletas en una cinta por un operario. Esta cinta tendrá que avanzar con 3 velocidades: la primera posiciona de forma rápida la bandeja en el horno, la segunda hace avanzar con una velocidad determinada la bandeja por dicho horno y la tercera hace avanzar de forma mas reducida la bandeja bajo el dosificador de chocolate. En el esquema siguiente se pueden observar el perfil de velocidades y las rampas de aceleración y deceleración.



Los motores síncronos y los de inducción pueden controlarse variando la frecuencia de alimentación. Al variar la frecuencia se debe variar también la tensión; ya que cuanto menor es la frecuencia, menor es la reactancia de las bobinas. Una posibilidad es reducir la tensión en la misma proporción que lo hace la frecuencia, esto se conoce como **control tensión/frecuencia**.

Si se mantiene constante la relación entre la tensión y la frecuencia no se tiene en cuenta que los devanados también tienen resistencia óhmica; como esta no depende de la frecuencia el par disminuye a bajas velocidades.

Una posible solución es aumentar un poco más la tensión a frecuencias bajas. También es posible modificarla según el consumo y la resistencia de los devanados.

En los ventiladores y las bombas centrífugas apenas se necesita par a bajas velocidades por lo que todavía se puede reducir más la tensión para consumir menos energía.

Muchos variadores permiten seleccionar la relación entre la tensión y la frecuencia según las características de la carga mecánica.

Se puede aumentar la velocidad por encima de la nominal si el motor y los mecanismos lo permiten. Por seguridad de los aislamientos no conviene aplicar una tensión mucho mayor que la nominal y es posible que el convertidor tampoco pueda elevarla mucho más. Cuando se supera cierta frecuencia base (que puede ser 50 Hz o algo mayor), se alcanza la zona llamada a potencia constante porque la tensión ya no aumenta más y la intensidad está limitada. Como la potencia mecánica es el producto del par por la velocidad, cuando una de estas magnitudes aumenta la otra debe disminuir.

Cuando se alimenta un motor síncrono, o si el control de la velocidad no es crítico, se puede actuar en bucle abierto (sin realimentación).

En los motores de inducción se puede compensar el deslizamiento (diferencia entre la velocidad del campo magnético y la velocidad del rotor) con un control en lazo cerrado (con realimentación) analizando el comportamiento eléctrico del motor a partir de las tensiones e intensidades o con la ayuda de un captador de velocidad (una dínamo tacométrica por ejemplo) o con un captador de posición (un encoder o un resolver).

Si el control está basado en el modelo del motor en régimen permanente se llama **control escalar**. En este modelo solamente se tiene en cuenta la amplitud de la tensión.

El **control vectorial** tiene en cuenta además la fase y aplica un modelo más complejo que supone un conocimiento preciso de la orientación del campo magnético, esto permite actuar mucho mejor sobre el par durante los transitorios y alcanzar unas prestaciones dinámicas como las que se conseguían con los motores de continua. En muchos casos el control vectorial exige conocer la posición del rotor.

98

Principales parámetros configurables en un convertidor de frecuencia.

Contraseña de entrada de parámetros. Seleccionando un valor de este parámetro se puede acceder a unos parámetros u otros.

Reset a parámetros de fábrica. Se puede volver a los parámetros que por defecto trae de fábrica el variador (**es el equivalente a deshacer, en los programas de ordenador**).

Frecuencia mínima a la que va a girar el motor. Hay que tener en cuenta que los motores estándar tienen en cuenta el efecto ventilación para su potencia nominal. Si el motor gira muy despacio puede sobrecalentarse aunque esté funcionando con su potencia nominal.

Frecuencia máxima. Hay que tener en cuenta que el convertidor va a aguantar sin problemas frecuencias altas pero puede que los rodamientos del motor o la máquina accionada no.

Rampa de aceleración. El tiempo que se quiere que el motor tarde en pasar de frecuencia 0 a la frecuencia máxima ajustada. VER

Rampa de deceleración. Tiempo que tarda el motor en alcanzar la frecuencia 0 desde la frecuencia máxima ajustada que se le programe.

Intensidad permanente. Es la máxima intensidad permanente permitida por el motor, si se sobrepasa este valor dado por el usuario, se produce una desconexión del equipo.

Rearranque volante. Permite el arranque del convertidor aunque un motor esté girando (en el mismo sentido) Ver

Refuerzo del par de arranque. Impulso Boost. Se trata de incrementar la tensión a bajas velocidades para conseguir mayor par y que se pueda mover el accionamiento.

Resonancia. Para evitar que la máquina acoplada al convertidor entre en resonancia a unas determinadas frecuencias, se pueden anular estas y hacer que el convertidor las salte.

Selección de entrada de consigna.

Desde el panel de dialogo.

Desde entrada analógica. (Por medio de un potenciómetro por ejemplo)

Selección de entradas para marcha-parada.

Desde el panel de dialogo (con los pulsadores marcha-paro)

Desde las entradas digitales.

Configuración de entradas y salidas digitales.

Configuración de entradas y salidas analógicas.

Frecuencia para marcha a impulsos. Desde un botón controlamos la marcha del motor, si pulsamos uno aumenta la frecuencia, si pulsamos otro disminuye.

Compensación de deslizamiento. Un motor gira más despacio cuanto más carga se le aplique, por lo tanto el deslizamiento no permanece fijo sino que varía con la carga. Con este parámetro compensamos esto.

Control PID. Para regular la velocidad del motor en base a una consigna y que las variaciones que se produzcan se contrarresten lo más rápidamente posible.

Bibliografía.

“Manual Telesquemario” de Telemecanique (hoy en día Schneider).

“Automatismos eléctricos”. De la editorial Aulaeléctrica.

“Automatismos eléctricos”. De la editorial Paraninfo.

Software.

CADe_simu.

Simulador del microautomata ZEN.

Simatic S7.

Sitios WEB.

www.aulaelectronica.es

www.tuveras.com

Fabricantes de material.

Schneiderelectric.

Omron.

Siemens.

Moeller.

ABB.