

Estandarización de esquemas

Símbolos gráficos

IEC 1082-1	página 156
Naturaleza de las corrientes	página 157
Tipos de conductores	página 157
Contactos	página 158
Mandos de control	página 159
Organos de medida	página 159
Mandos mecánicos	página 160
Mandos eléctricos	página 161
Otros tipos de mandos	página 161
Materiales y otros elementos	página 161
Señalización	página 163
Bornas y conexiones	página 163
Máquinas eléctricas giratorias	página 164
Tabla comparativa de los símbolos más habituales	página 165

Referenciado en esquemas desarrollados

Referenciado de bornas de conexión de los aparatos	página 166
Referenciado de bornas en los borneros	página 167
Representación del esquema de los circuitos en forma desarrollada	página 167
Clasificación por letras de referencia	página 168
Clasificación por tipos de materiales	página 169

Ejecución de esquemas

Colocación general en la representación desarrollada	página 170
--	------------

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Símbolos gráficos

Los símbolos gráficos y las referencias identificativas, cuyo uso se recomienda, están en conformidad con las publicaciones más recientes.

La norma IEC 1082-1 define y fomenta los símbolos gráficos y las reglas numéricas o alfanuméricas que deben utilizarse para identificar los aparatos, diseñar los esquemas y realizar los equipos eléctricos.

El uso de las normas internacionales elimina todo riesgo de confusión y facilita el estudio, la puesta en servicio y el mantenimiento de las instalaciones.

IEC 1082-1 (extractos)

Entre las numerosas aportaciones de la norma IEC 1082-1 (diciembre de 1992), relativa a la documentación electrotécnica, mencionamos dos artículos que modifican los hábitos de representación en los esquemas eléctricos.

● Artículo 4.1.5. Escritura y orientación de la escritura: “... Toda escritura que figure en un documento debe poderse leer con dos orientaciones separadas por un ángulo de 90° desde los bordes inferior y derecho del documento.”

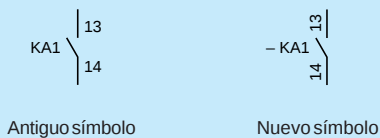
Este cambio afecta principalmente a la orientación de las referencias de las bornas que, en colocación vertical, se leen de abajo a arriba (ver ejemplos siguientes).

● Artículo 3.3. Estructura de la documentación: “La presentación de la documentación conforme a una estructura normalizada permite subcontratar e informatizar fácilmente las operaciones de mantenimiento.

Se admite que los datos relativos a las instalaciones y a los sistemas pueden organizarse mediante estructuras arborescentes que sirven de base. La estructura representa el modo en que el proceso o producto se subdivide en procesos o subproductos de menor tamaño.

Dependiendo de la finalidad, es posible distinguir estructuras diferentes, por ejemplo una estructura orientada a la función y otra al emplazamiento...”

Se debe adquirir el hábito de preceder las referencias de los aparatos eléctricos por un signo “-”, ya que los signos “=” y “+” quedan reservados para los niveles superiores (por ejemplo, máquinas y talleres).



Dos innovaciones de la norma IEC 1082-1

Naturaleza de las corrientes

Corriente alterna	
Corriente continua	
Corriente rectificada	
Corriente alterna trifásica de 50 Hz	3 ~ 50 Hz
Tierra	
Masa	
Tierra de protección	
Tierra sin ruido	

Tipos de conductores

Conductor, circuito auxiliar	
Conductor, circuito principal	
Haz de 3 conductores	L1 L2 L3
Representación de un hilo	
Conductor neutro (N)	
Conductor de protección (PE)	
Conductor de protección y neutro unidos	
Conductores apantallados	
Conductores par trenzado	

[illegible]

Mandos de control

Mando electromagnético Símbolo general	
Mando electromagnético Contactor auxiliar	
Mando electromagnético Contactor	
Mando electromagnético de 2 devanados	
Mando electromagnético de puesta en trabajo retardada	
Mando electromagnético de puesta en reposo retardada	
Mando electromagnético de un relé de remanencia	
Mando electromagnético de enclavamiento mecánico	
Mando electromagnético de un relé polarizado	
Mando electromagnético de un relé intermitente	
Mando electromagnético de un relé por impulsos	
Mando electromagnético de accionamiento y desaccionamiento retardados	
Bobina de relé RH temporizado en reposo	
Bobina de relé RH de impulso en desactivación	
Bobina de electroválvula	

Organos de medida

Relé de medida o dispositivo emparentado Símbolo general	
Relé de sobreintensidad de efecto magnético	
Relé de sobreintensidad de efecto térmico	
Relé de máxima corriente	
Relé de mínima tensión	
Relé de falta de tensión	
Dispositivo accionado por frecuencia	
Dispositivo accionado por el nivel de un fluido	
Dispositivo accionado por un número de sucesos	
Dispositivo accionado por un caudal	
Dispositivo accionado por la presión	

Mandos mecánicos

1 Enlace mecánico (forma 1) 2 Enlace mecánico (forma 2)	1 ---- 2 ==
Dispositivo de retención	---┐
Dispositivo de retención en toma	---┐
Dispositivo de retención liberado	---┐
Retorno automático	---┐
Retorno no automático	---┐
Retorno no automático en toma	---┐
Enclavamiento mecánico	---┐
Dispositivo de bloqueo	---┐
Dispositivo de bloqueo activado, movimiento hacia la izquierda bloqueado	---┐
Mando mecánico manual de pulsador (retorno automático)	- s1 [---
Mando mecánico manual de tirador (retorno automático)	- s1]---
Mando mecánico manual rotativo (de desenganche)	- s1 f---
Mando mecánico manual "de seta"	- s1 ⊣---
Mando mecánico manual de volante	- s1 ⊕---
Mando mecánico manual de pedal	- s1 √---
Mando mecánico manual de acceso restringido	- s1 ⊥---

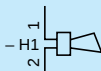
Mando mecánico manual de palanca	- s1 ⋈---
Mando mecánico manual de palanca con maneta	- s1 ⋈---
Mando mecánico manual de llave	- s1 ⌘---
Mando mecánico manual de manivela	- s1 ┘---
Enganche de pulsador de desenganche automático	- s1 ┘---
Mando de roldana	- s1 ○---
Mando de leva y roldana	- s1 ⊕---
Control mediante motor eléctrico	Ⓜ-----
Control por acumulación de energía mecánica	- s1 □---
Control por reloj eléctrico	- s1 ⊙-----
Acoplamiento mecánico sin embrague	⌈┐
Acoplamiento mecánico con embrague	⌈┐
Traslación:	1 derecha, 2 izquierda, 3 en ambos sentidos
Rotación:	1-2 unidireccional, en el sentido de la flecha 3 en ambos sentidos
Rotación limitada en ambos sentidos	↔
Mecanismo de desactivación libre	⊞

Materiales y otros elementos

Transformador de tensión	
Autotransformador	
Transformador de corriente	
Chispómetro	
Pararrayos	
Arrancador de motor Símbolo general	
Arrancador estrella-triángulo	
Aparato indicador Símbolo general	
Amperímetro	
Aparato grabador Símbolo general	
Amperímetro grabador	
Contador Símbolo general	
Contador de amperios-hora	
Freno Símbolo general	
Freno apretado	
Freno aflojado	
Reloj	

Válvula	
Electroválvula	
Contador de impulsos	
Contador sensible al roce	
Contador sensible a la proximidad	
Detector de proximidad inductivo	
Detector de proximidad capacitivo	
Detector fotoeléctrico	
Convertidor (símbolo general)	

Señalización

Lámpara de señalización o de alumbrado (1)	
Dispositivo luminoso intermitente (1)	
Avisador acústico	
Timbre	
Sirena	
Zumbador	

Bornas y conexiones

[illegible]

(1) Si se desea especificar:

- El color

Rojo	RD	o	C2
Naranja	OG	o	C3
Amarillo	YE	o	C4
Verde	GN	o	C5
Azul	BU	o	C6
Blanco	WH	o	C9

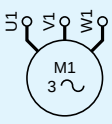
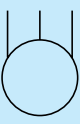
- **El tipo**

Neón	Ne
Vapor de sodio	Na
Mercurio	Hg
Yodo	I
Electroluminescente	EL
Fluorescente	FL
Infrarrojo	IR
Ultravioleta	UV

Máquinas eléctricas giratorias

Motor asíncrono trifásico, de rotor en cortocircuito		Generador de corriente alterna	
Motor asíncrono monofásico		Generador de corriente continua	
Motor asíncrono de dos devanados estátor separados (motor de dos velocidades)		Conmutador (trifásico / continuo) de excitación en derivación	
Motor asíncrono con seis bornas de salida (acoplamiento estrella-triángulo)		Motor de corriente continua de excitación separada	
Motor asíncrono de acoplamiento de polos (motor de dos velocidades)		Motor de corriente continua de excitación en serie	
Motor asíncrono trifásico, rotor de anillos		Motor de corriente continua de excitación compuesta	
Motor de imán permanente			
Motor asíncrono equipado con sondas de termistancia			

Tabla comparativa de los símbolos más habituales

Naturaleza de los símbolos gráficos	Normas europeas	Normas EE.UU.
Contacto de cierre "NA" Potencia-Control	 	 
Contacto de apertura "NC" Potencia-Control	 	 
Contacto temporizado al accionamiento	NO  NC 	NC  NO 
Contacto temporizado al desaccionamiento	NO  NC 	NC  NO 
Cortocircuito fusible		
Relé de protección	Térmico  Magnético 	
Bobinas		
Seccionadores	 	 
Disyuntores		Magnético  Magneto-térmico 
Motores		

Referenciado en esquemas desarrollados

En los esquemas desarrollados, el referenciado se rige por reglas de aplicación precisas.

Las referencias definen los materiales, las bornas de conexión de los aparatos, los conductores y los borneros.

El uso de estas reglas facilita las operaciones de cableado y de puesta a punto, al tiempo que contribuye a mejorar la productividad de los equipos debido a la reducción del tiempo de mantenimiento que conlleva.

Referenciado de bornas de conexión de los aparatos

Las referencias que se indican son las que figuran en las bornas o en la placa de características del aparato.

A cada mando, a cada tipo de contacto, principal, auxiliar instantáneo o temporizado, se le asignan dos referencias alfanuméricas o numéricas propias.

Contactos principales

La referencia de sus bornas consta de una sola cifra:

- de 1 a 6: tripolares,
- de 1 a 8: tetrapolares.

Las cifras impares se sitúan en la parte superior y la progresión se efectúa en sentido descendente y de izquierda a derecha.

En los contactores de pequeño calibre, el cuarto polo de un contactor tetrapolar es la excepción a esta regla: la referencia de sus bornas es igual a la del contacto auxiliar "NC", cuyo lugar ocupa. Por otra parte, las referencias de los polos ruptores suelen ir precedidas de la letra "R".

Contactos auxiliares

Las referencias de las bornas de los contactos auxiliares constan de dos cifras.

Las cifras de las unidades, o cifras de función, indican la función del contacto auxiliar:

- 1 y 2: contacto de apertura,
- 3 y 4: contacto de cierre,
- 5 y 6: contacto de apertura de funcionamiento especial; por ejemplo, temporizado, decalado, de paso, de disparo térmico,
- 7 y 8: contacto de cierre de funcionamiento especial; por ejemplo, temporizado, decalado, de paso, de disparo en un relé de prealarma.

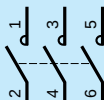
La cifra de las decenas indica el número de orden de cada contacto del aparato. Dicho número es independiente de la disposición de los contactos en el esquema.

El rango 9 (y el 0, si es necesario) queda reservado para los contactos auxiliares de los relés de protección contra sobrecargas, seguido de la función 5 y 6 o 7 y 8.

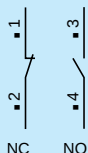
Mandos de control (bobinas)

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.



Contactos principales



Contactos auxiliares



Mandos de control

Referenciado de bornas en los borneros

Circuito de control

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

Circuito de potencia

De conformidad con las últimas publicaciones internacionales, se utiliza el siguiente referenciado:

- alimentación: L1 - L2 - L3 - N - PE,
- hacia un motor: U - V - W ; K - L - M,
- hacia resistencias de arranque: A - B - C, etc.

Representación del esquema de los circuitos en forma desarrollada

Este tipo de esquema es explicativo y permite comprender el funcionamiento del equipo, ejecutar su cableado y facilitar su reparación.

Mediante el uso de símbolos, este esquema representa un equipo con las conexiones eléctricas y otros enlaces que intervienen en su funcionamiento (ver el dibujo inferior). 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. Salvo excepción, el esquema no debe contener ningún enlace (trazo interrumpido) entre elementos de un mismo aparato.

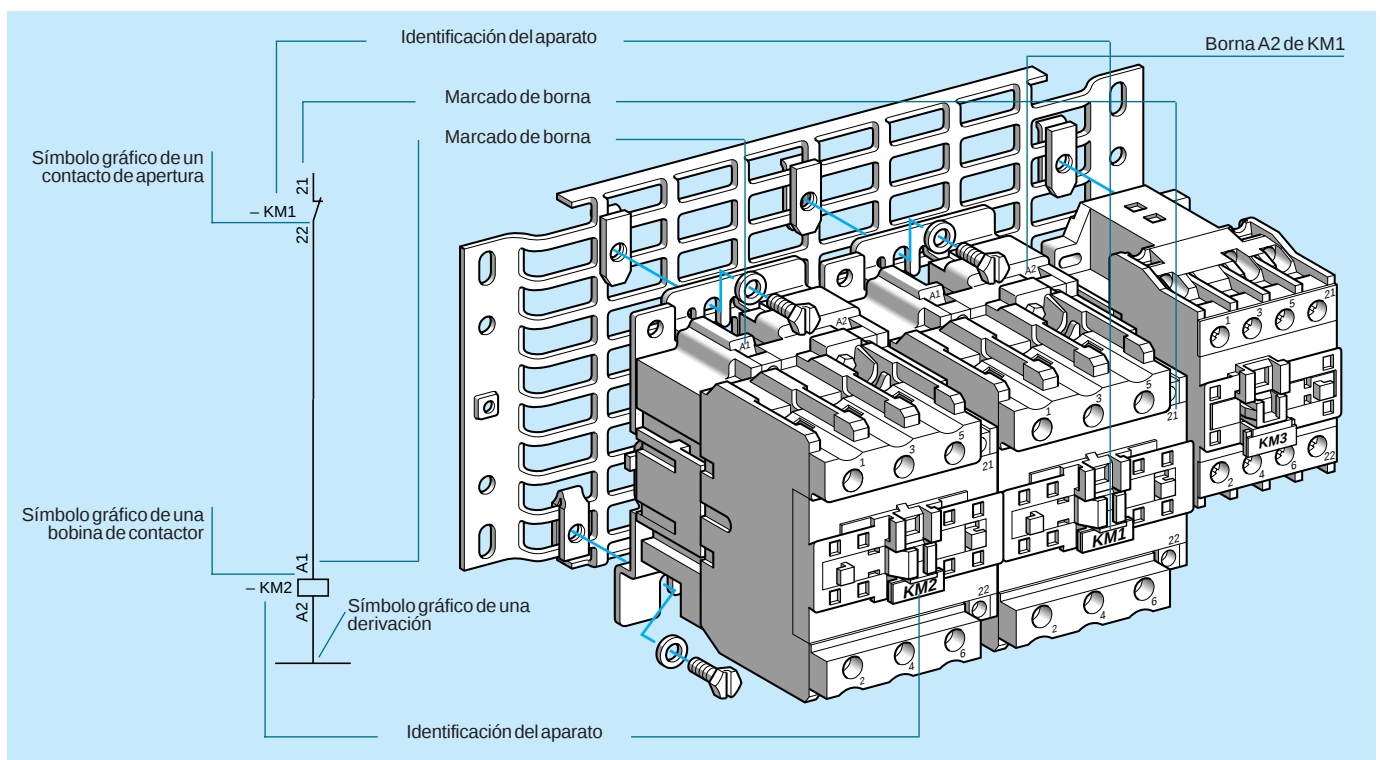
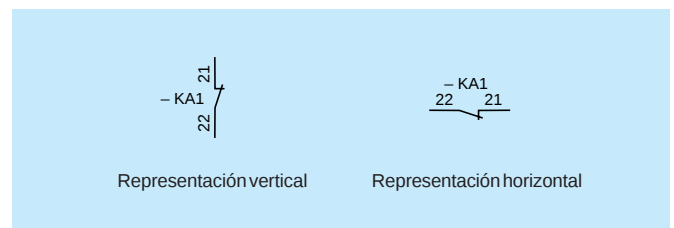
Se hace referencia a cada elemento por medio de la identificación del aparato, lo que permite definir su interacción. Por ejemplo, cuando se alimenta la bobina KM2, se abre el contacto 21-22 correspondiente.

Hemos podido ver anteriormente:

- que todos los aparatos que intervienen en la composición de un equipo de automatismo se identifican por medio de una serie alfanumérica,
- que todas las bornas de conexión de los aparatos también se identifican por medio de su marcado.

Las reglas que definen la situación de las referencias identificativas en los esquemas de circuitos son las siguientes:

- La referencia identificativa debe figurar:
 - en el caso de los mandos de control, bajo el símbolo o a su izquierda (IEC 1082-1),
 - en el caso de los contactos y aparatos, a la izquierda del símbolo (representación vertical de los símbolos).
- Las referencias de marcado de las bornas 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.



Clasificación por letras de referencia

Referencia	Ejemplos de materiales
A Conjuntos, subconjuntos funcionales (de serie)	Amplificador de tubos o de transistores, amplificador magnético, regulador de velocidad, autómatas programables
B Transductores de una magnitud eléctrica en una magnitud eléctrica o viceversa	Par termoelectrónico, detector termoelectrónico, detector fotoeléctrico, dinamómetro eléctrico, presostato, termostato, detector de proximidad
C Condensadores	
D Operadores binarios, dispositivos de temporización, de puesta en memoria	Operador combinatorio, línea de retardo, báscula biestable, báscula monoestable, grabador, memoria magnética
E Materiales varios	Alumbrado, calefacción, elementos no incluidos en esta tabla
F Dispositivos de protección	Cortocircuito fusible, limitador de sobretensión, pararrayos, relé de protección de máxima de corriente, de umbral de tensión
G Generadores Dispositivos de alimentación	Generador, alternador, convertidor rotativo de frecuencia, batería oscilador, oscilador de cuarzo
H Dispositivos de señalización	Piloto luminoso, avisador acústico
K Relés de automatismo y contactores	Utilizar KA y KM en los equipos importantes
KA Relés de automatismo y contactores auxiliares	Contactador auxiliar temporizado, todo tipo de relés
KM Contactores de potencia	
L Inductancias	Bobina de inducción, bobina de bloqueo
M Motores	
N Subconjuntos (no de serie)	
P Instrumentos de medida y de prueba	Aparato indicador, aparato grabador, contador, conmutador horario
Q Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia	Disyuntor, seccionador
R Resistencias	Resistencia regulable, potenciómetro, reostato, shunt, termistancia
S Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de control	Auxiliar manual de control, pulsador, interruptor de posición, conmutador
T Transformadores	Transformador de tensión, transformador de corriente
U Moduladores, convertidores	Discriminador, demodulador, convertidor de frecuencia, codificador, convertidor-rectificador, ondulator autónomo
V Tubos electrónicos, semiconductores	Tubo de vacío, tubo de gas, tubo de descarga, lámpara de descarga, diodo, transistor, tiristor, rectificador
W Vías de transmisión, guías de ondas, antenas	Tirante (conductor de reenvío), cable, juego de barras
X Bornas, clavijas, zócalos	Clavija y toma de conexión, clips, clavija de prueba, tablilla de bornas, salida de soldadura
Y Aparatos mecánicos accionados eléctricamente	Freno, embrague, electroválvula neumática, electroimán
Z Cargas correctivas, transformadores diferenciales, filtros correctores, limitadores	Equilibrador, corrector, filtro

Todos los elementos que componen un equipo de automatismo se identifican mediante una letra (excepcionalmente dos) seguida de un número y seleccionada en esta tabla en base al tipo de elemento. Ejemplo: 1 solo contactor KM1, varios contactores idénticos o no, KM1, KM2, KM3, etc.

Clasificación por tipos de materiales

Material	Referencia	Material	Referencia	Material	Referencia
Alternador	G	Alumbrado	E	Pararrayos	F
Alternador tacométrico	B	Electroimán	Y	Pedal (contacto)	S
Amperímetro	P	Embrague	Y	Placa de bornas	X
Amplificador	A	Grabador	P	Placa (no de serie)	N
Anemómetro	B	Grabador de cintas	D	Puente de diodos, rectificador	V
Aparato grabador	P	Grabador de discos	D	Potenciómetro	R
Aparato indicador	P	Conjunto funcional, subconjunto	A	Presostato	B
Aparato mecánico de conexión para circuitos de potencia	Q			Toma de corriente	X
Aparato mecánico de conexión para circuitos de control	S				
Aparato mecánico accionado eléctricamente	Y	Clavija	X	Rectificador	V
Avisador luminoso	H	Filtro	Z	Relé de automatismo	K, KA
Avisador acústico	H	Freno electromecánico	Y	Relé temporizado	K, KA
		Fusible	F	Relé polarizado	K, KA
Báscula monoestable, biestable	D			Relé de retención	K, KA
Batería de acumuladores, de pilas	G			Relé de protección	F
Bobina de inducción, de bloqueo	L			Relé magnético	F
Caja de pulsadores	S	Generador	G	Relé magnetotérmico	F
Bornero	X	Generador	B	Relé térmico	F
Pulsador	S			Resistencia	R
Cable	W			Seccionador	Q
Detector fotoeléctrico, termoelectrónico	B	Reloj	P	Selector	S
Carga correctiva – filtro	Z			Semiconductor	V
Calefacción	E			Shunt	R
Codificador	U			Señalización sonora	H
Combinador	S			Zócalo (de toma)	X
Conmutador	S				
Contador de impulsos	P	Inductancia	L		
Contador horario	P	Instrumento de medida	P		
Condensador	C	Interruptor de posición	S		
Contactador de potencia	K, KM			Termistancia	R
Contactador auxiliar	K, KA			Termostato	B
Contactador auxiliar temporizado	K, KA			Tiristor	V
Contactador auxiliar de retención	K, KA			Cajón (rack)(no de serie)	N
Cortocircuito fusible	F	Juego de barras	W	Transductor	B
				Transformador	T
Demodulador	U			Transformador de tensión	T
Detector fotoeléctrico	B	Lámpara	E	Transformador de corriente	T
Detector de proximidad	B	Limitador de sobretensión	F	Tubo electrónico	V
Detector de temperatura	B				
Detector de rotación	B				
Detector de presión	B	Manómetro	B	Varistancia	R
Diodo	V	Materiales varios	E	Voltímetro	P
Disyuntor	Q	Memoria	D	Piloto luminoso	H
Dispositivo de protección	F	Motor	M		
Dispositivo de umbral de tensión	F				
Dispositivo de puesta en memoria	D				
Dispositivo de señalización	H				
Dinamómetro eléctrico	B	Ondulador	U	Vatímetro	P

Ejecución de esquemas

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

Colocación general en la representación desarrollada

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

Representación del circuito de potencia

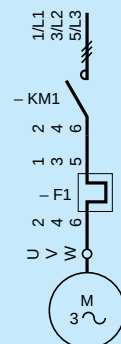
Es posible representar el circuito de potencia en forma unifilar o multifilar. La representación unifilar sólo debe utilizarse en los casos más simples, por ejemplo, arrancadores directos, arrancadores de motores de dos devanados, etc.

En las representaciones unifilar, 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 éste 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 unifilar de un circuito de potencia

Representación de los circuitos de control y de señalización

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, relojes, etc., se conectan directamente al conductor inferior. Los órganos restantes, contactos auxiliares, aparatos externos de control (botones, 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 (2).

Indicaciones complementarias

Para que el esquema sea más 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 izquierda pero de manera ascendente (3). 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 (4). En caso de ser necesario, se especifica el folio del esquema.

