

MÓDULO CUATRO INSTALACIONES ELÉCTRICAS
Y AUTOMATISMOS

U.D. 1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA Y
SIMBOLOGÍA EN LAS INSTALACIONES
ELÉCTRICAS

M 4 / UD 1

ÍNDICE

Introducción.....	9
Objetivos	11
1. Símbolos gráficos	13
1.1. Importancia	13
1.2. Referencia a normas IEC.....	13
2. Símbolos principales	15
2.1. Naturaleza de las corrientes	15
2.2. Tipos de conductores	16
2.3. Contactos	17
2.4. Mandos de control	19
2.5. Órganos de medida	20
2.6. Mandos mecánicos y motorizados	21
2.7. Otros mandos	23
2.8. Componentes y otros elementos.....	24
2.9. Señalización.....	26
2.10. Bornes y conexiones	27
2.11. Máquinas eléctricas.....	28
2.12. Comparación.....	30
3. Referenciado en esquemas desarrollados	31
3.1. Referenciado de bornes de conexión de los aparatos.	31
3.2. Referenciado de los bornes de los borneros.....	33
3.3. Representación del esquema de los circuitos en forma desarrollada.....	33
3.4. Tabla de letras identificativas de elementos	35
4. Ejecución de esquemas.....	36
4.1. Representación del circuito de potencia.....	36
4.2. Representación de los circuitos de control y de señalización	37
4.3. Indicaciones complementarias	38
Resumen	39
Bibliografía	41

INTRODUCCIÓN

El trabajo del técnico requiere siempre la interpretación y elaboración de planos. Desde el esquema de un simple punto de luz hasta la más complicada instalación se representan con símbolos.

La mayor parte de los símbolos que se presentan deben memorizarse. La experiencia dirá cuáles de hecho son imprescindibles, pero, como en la lectura, cuantos más se sepan, más rápidamente se podrán leer o dibujar los planos.

Junto a los símbolos hay que recordar y entender la nomenclatura de elementos. En un plano, de una o de mil páginas, todo elemento, borne o cable debe ser identificable y distinguible de los demás.

Los símbolos que se presentan son los normalizados, pero es muy frecuente encontrarse símbolos antiguos o que siguen otras normativas. El profesional debe tener suficiente información para poder interpretar cualquier plano.

OBJETIVOS

- Conocer los principales símbolos normalizados actuales.
- Conocer las normas de referenciado en los esquemas.

1. SÍMBOLOS GRÁFICOS

1.1. Importancia

La representación gráfica en esquemas es una parte importantísima de los conocimientos necesarios para el técnico. Por una parte, el diseñador plasma sus circuitos en esquemas que deben ser inteligibles para todos. Por otra, el profesional instalador y de mantenimiento sólo puede conocer la instalación a realizar o el circuito a reparar interpretando los esquema dibujados por otros. Es ésta, por tanto, una parte esencial para todo técnico.

Y no sólo es importante el dibujo, sino también el referenciado de los elementos. En un esquema o colección de esquemas no debe haber ningún elemento (borne, hilo, componente o máquina) que pueda confundirse con otro. Este aspecto es simple cuando se piensa en un esquema de una sola página, pero es esencial y crítico en instalaciones cuyos esquemas constituyen una colección de varios volúmenes y miles de páginas.

La colección de símbolos que se proponen es conforme a las normas IEC, tal como se comentará. Pero hay que tener presente que hay otras colecciones de símbolos, bien antiguos, bien de otros países, que deberían ser conocidos por todo técnico competente.

1.2. Referencia a normas IEC

IEC 1082-1 (extractos):

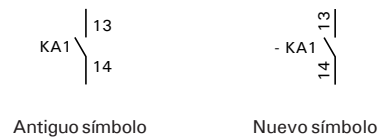
Entre las numerosas aportaciones de la norma IEC 1082-1 (diciembre de 1992), relativa a la documentación electrotécnica, mencionamos dos artículos que modifican los hábitos de representación en los esquemas eléctricos.

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 bornes 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).








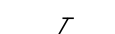

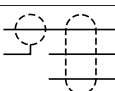
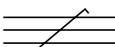


2. SÍMBOLOS PRINCIPALES

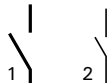
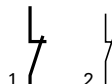








2.1. Naturaleza de las corrientes

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

2.2. Tipos de conductores

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

2.3. Contactos


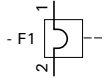
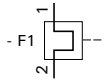
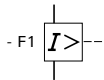
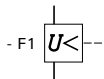
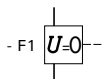
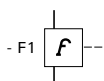
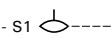
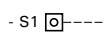
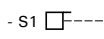
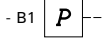
Contacto "NA" (de cierre)	1 principal 2 auxiliar	
Contacto "NC2" (de apertura)	1 principal 2 auxiliar	
Interruptor		
Seccionador		
Contactador		
Ruptor		
Disyuntor		
Interruptor-seccionador		
Interruptor-seccionador de apertura automática		
Fusible-seccionador		

Contactos de dos direcciones no solapado (apertura antes de cierre)	
Contactos de dos direcciones solapado	
Contacto de dos direcciones con posición mediana de apertura	
Contactos presentados en posición accionada	
Contactos de apertura o cierre anticipado. Funcionan antes que los contactos restantes de un mismo conjunto	
Contactos de apertura o cierre retardado. Funcionan más tarde que los contactos restantes de un mismo conjunto	
Contacto de paso con cierre momentáneo al accionamiento de su mando	
Contacto de paso con cierre momentáneo al desaccionamiento de su mando	
Contactos de cierre de posición mantenida	
Interruptor de posición	
Contactos de cierre o apertura temporizados al accionamiento	
Contactos de cierre o apertura temporizados al desaccionamiento	
Interruptor de posición de apertura, de maniobra de apertura positiva	

2.4. 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 rel de remanencia	
Mando electromagnético de enclavamiento mecánico	
Mando electromagnético de un rel polarizado	
Mando electromagnético de un rel intermitente	
Mando electromagnético de un rel 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	

2.5. Órganos 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	

2.6. Mandos mecánicos y motorizados




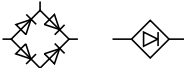













1 Enlace mecánico (forma 1) 2 Enlace mecánico (forma 2)	1 ---- 2 ==
Dispositivo de retención	---┐
Dispositivo de retención en toma	---┐
Dispositivo de retención liberado	┐---
Retorno automático	---<---
Retorno no automático	---v---
Retorno no automático en toma	---v---
Enclavamiento mecánico	---▽---
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 ⊥---

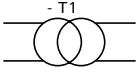













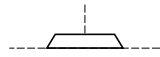
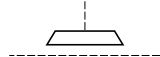
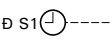
Mando mecánico manual de palanca	- S1 
Mando mecánico manual de palanca con maneta	- S1 
Mando mecánico manual de llave	- S1 
Mando mecánico manual de manivela	- S1 
Enganche de pulsador de desenganche automático	- S1 
Mando de roldana	- S1 
Mando de leva y roldana	- S1 
Control mediante motor eléctrico	
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	1  2  3 
Rotación: 1-2 unidireccional, en el sentido de la flecha 3 en ambos sentidos	1  2  3 
Rotación limitada en ambos sentidos	
Mecanismo de desactivación libre	








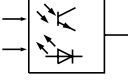

2.7. Otros mandos

Mando por efecto de proximidad	- S1  --
Mando por roce	- S1  --
Dispositivo sensible a la proximidad, controlado por la aproximación de un imán	[ --
Dispositivo sensible a la proximidad, controlado por la aproximación del hierro	Fe  --
Mando neumático o hidráulico de efecto simple	- Y1  --
Mando neumático o hidráulico de efecto doble	- Y1  --







2.8.- Componentes y otros elementos

Cortocircuito fusible	
Cortocircuito fusible con percutor	
Diodo	
Rectificador en acoplamiento de doble vía (Puente rectificador) Símbolo desarrollado - Símbolo simplificado	
Tiristor	
Transistor NPN	
Condensador	
Elemento de pila o de acumulador	
Resistencia	
Shunt	
Inductancia	
Potenciómetro	
Resistencia dependiente de la tensión: varistancia	
Resistencia dependiente de la temperatura: termistancia	
Fotorresistencia	
Fotodiodo	
Fototransistor (tipo PNP)	

Transformador de tensión	
Autotransformador	
Transformador de corriente	
Chispómetro	
Pararrayos	
Arrancador de motor Símbolo general	
Arrancador estrella-trángulo	
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)	

2.9. Señalización

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

(1) Si se desea especificar:





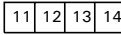
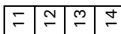


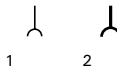
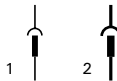
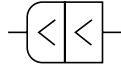
* El color

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

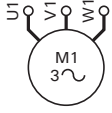
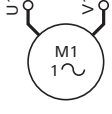
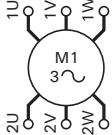
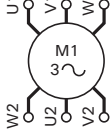
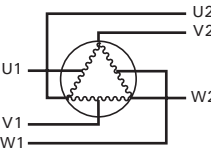

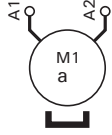

* El tipo

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

2.10. Bornes y conexiones

Derivaciónn	
Derivaciónn doble	
Cruce sin conexión	
Borne	
Puente de bornes, ejemplo con referencias de bornes	
Puente de bornes, ejemplo con referencias de bornes	
Conexión por contacto deslizante	
Clavija 1 - Mando 2 - Potencia	
Toma 1 - Mando 2 - Potencia	
Clavija y toma 1 - Mando 2 - Potencia	
Conjunto de conectores Partes fija y variable acopladas	

2.11. Máquinas eléctricas

Motor asíncrono trifásico, de rotor en cortocircuito	
Motor asíncrono monofásico	
Motor asíncrono de dos devanados estatóricos separados (motor de dos velocidades)	
Motor asíncrono con seis bornas de salida (acoplamiento estrella-triángulo)	
Motor asíncrono de acoplamiento de polos (motor de dos velocidades)	
Motor asíncrono trifásico, rotor de anillos	
Motor de imán permanente	
Motor asíncrono equipado con sondas de termistancia	

Generador de corriente alterna	
Generador de corriente continua	
Conmutador (trifásico/continuo) de excitación en derivación	
Motor de corriente continua de excitación separada	
Motor de corriente continua de excitación en serie	
Motor de corriente continua de excitación compuesta	

2.12. Comparación

Esta pequeña tabla comparativa, además de indicar la diferente simbología, permite entender que no siempre un símbolo de una u otra norma son similares.

Hay que destacar, por su importancia, los símbolos de contacto y de contactor.

	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		

3. REFERENCIADO EN ESQUEMAS DESARROLLADOS

Se denomina referenciado a la indicación alfanumérica que acompaña cada elemento de un plano y que debe permitir:

- identificar,
- diferenciar y
- ubicar

todos y cada uno de los elementos: tomos, páginas, componentes, bornes, conexiones, hilos, etc.

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.

3.1. Referenciado de bornes de conexión de los aparatos

Las referencias que se indican son las que figuran en los bornes 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.

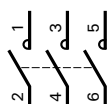
3.1.1. Contactos principales

La referencia de sus bornes consta de una sola cifra:

- De 1 a 6: tripulares.
- 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 bornes 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 principales

3.1.2. Contactos auxiliares

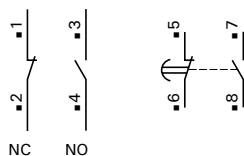
Las referencias de los bornes de los contactos auxiliares constan de dos cifras.

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, de calado, de paso, de disparo térmico.
- 7 y 8: contacto de cierre de funcionamiento especial; por ejemplo, temporizado, de calado, 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 ó 7 y 8.

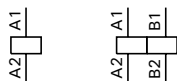


Contactos auxiliares

3.1.3. 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.



Mandos de control

3.2. Referenciado de los bornes de los borneros

3.2.1. Circuito de control

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

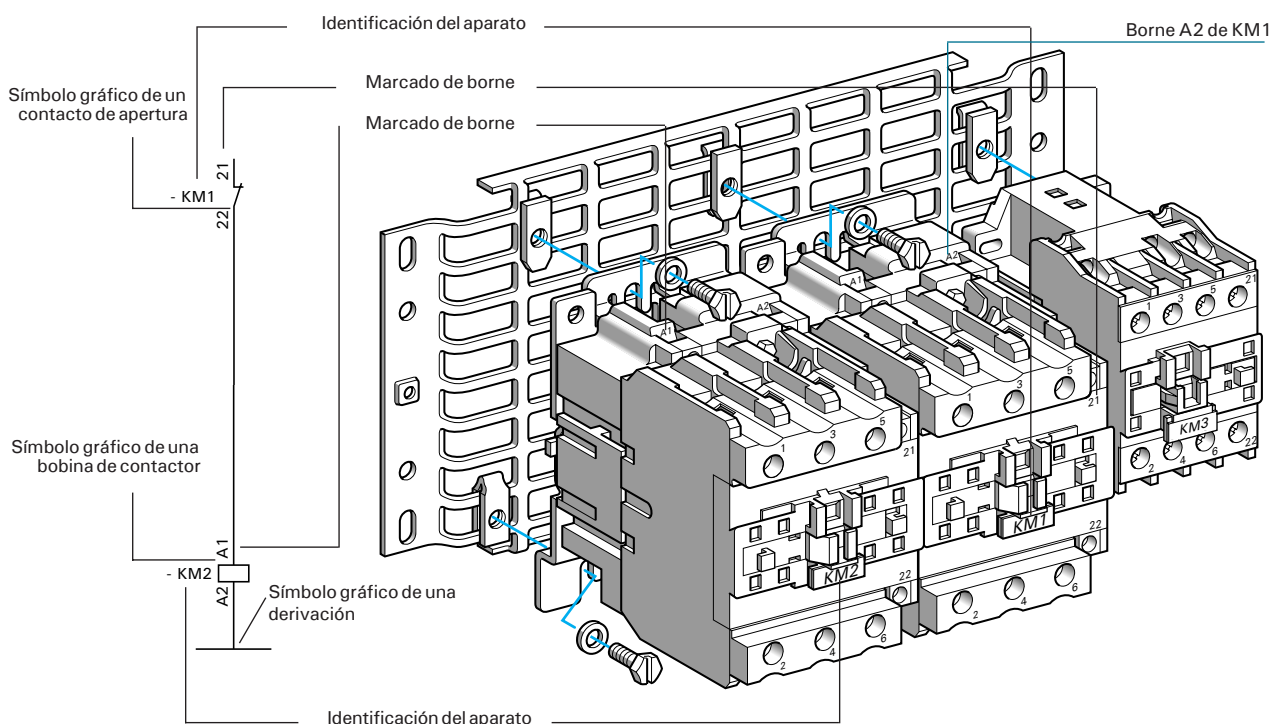
3.2.2. Circuito de potencia

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.

3.3. 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.



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.

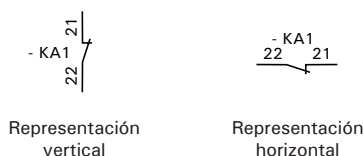
Se hace referencia a cada elemento por medio de la identificación del aparato, lo que permite definir su interacción. Por ejemplo, cuando se alimenta la bobina KM2, se abre el contacto 21-22 correspondiente.

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 todos los bornes 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 (CEI 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 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.



3.4. Tabla de letras identificativas de elementos

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 sólo contactor KM1, varios contactores idénticos o no, KM1 , KM2, KM3, etc.

4. 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.

4.1. Representación del circuito 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.

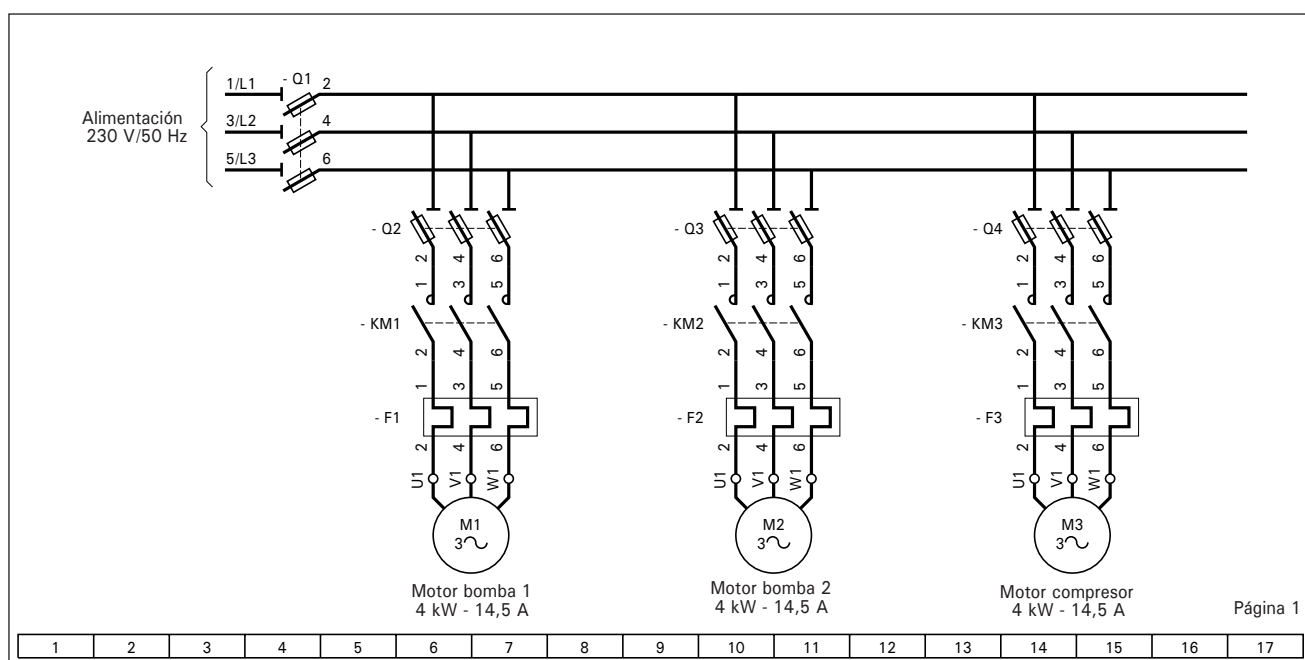
La representación unifilar sólo debe utilizarse en los casos más simples, por ejemplo, arrancadores directos, arrancadores de motores de dos devanados, etc.

En la representación 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.

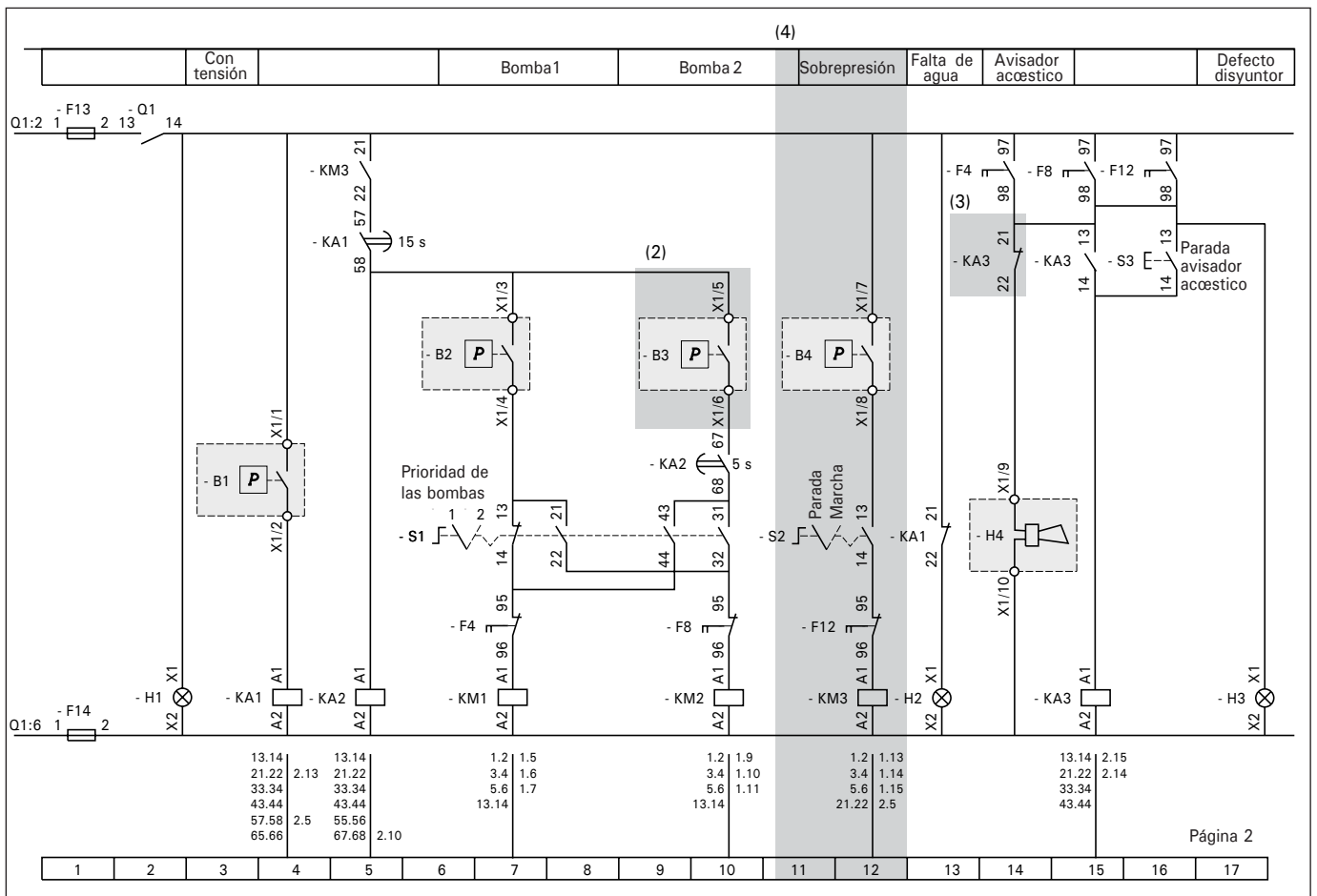
Los bornes de conexión de los aparatos externos al equipo se representan igualmente sobre el trazado.



4.2. 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 bornes 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).



4.3. 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 bornes se escribe a la izquierda pero de manera ascendente (3).

En una disposición horizontal, la referencia identificativa y las referencias de los bornes 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 la página del esquema.

RESUMEN

Los símbolos se han agrupado por semejanza de finalidad.

Tienen especial importancia los de mecanismos de mando y control, los de contactores y los de motores.

Es de especial interés el referenciado de elementos. Su importancia se hace evidente al tener que consultar planos de varias hojas o al tener que relacionar símbolos de un esquema con los elementos del cuadro.

BIBLIOGRAFÍA

Fóuillé, A.: *Electrotecnia para ingenieros. Máquinas eléctricas*, Aguilar S.A. Ediciones

Gaucheron, E.: *Cahier technique. N° 207. Les moteurs électriques. Pour mieux les piloter et les protéger*, Schneider Electric

Martín Romero, J.: *Electricidad*, Editorial Ramón Sopena, S.A.

Moeller & Werr: *Electrotecnia general y aplicada. Máquinas de cc y ca*, Editorial Labor, S.A.

Vidal Llenas, José: *Curso de Física (5ª Edición)*, Artes Gráficas Grijelmo S.A. Biblioteca Técnica, Schneider Electric

Enciclopedia Salvat de la Ciencia y de la Tecnología, Salvat Editores S.A.

Manual electrotécnico. Telesquemario. Telemecanique, Schneider Electric

Reference data for Radio Engineers, ITT