

Técnico en Montaje y Mantenimiento de Instalaciones de Frío, Climatización y Producción de Calor

CICLO FORMATIVO DE GRADO MEDIO

FORMACIÓN PROFESIONAL A DISTANCIA

Unidad
2

Representación Gráfica
y Simbología



MÓDULO

Instalaciones Eléctricas y Automatismos



FORMACIÓN PROFESIONAL

Principado de Asturias

Título del Ciclo: TÉCNICO EN MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE FRÍO, CLIMATIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE CALOR

Título del Módulo: INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y AUTOMATISMOS

Dirección: Dirección General de Formación Profesional.
Servicio de Formación Profesional y Aprendizaje Permanente.

Dirección de la obra:

Alfonso Gareaga Herrera
Antonio Reguera García
Arturo García Fernández
Ascensión Solís Fernández
Juan Carlos Quirós Quirós
Luis María Palacio Junquera
Manuel F. Fanjul Antuña
Yolanda Álvarez Granda

Coordinación de contenidos del ciclo formativo:

Javier Cueli Llera

Autor:

Javier Cueli Llera

Desarrollo del Proyecto: Fundación Metal Asturias

Coordinación:

Javier Maestro del Estal
Monserrat Rodríguez Fernández

Equipo Técnico de Redacción:

Alfonso Fernández Mejías
Ramón García Rosino
Luis Miguel Llorente Balboa de Sandoval
José Manuel Álvarez Soto

Estructuración y desarrollo didáctico:

Isabel Prieto Fernández Miranda

Diseño y maquetación:

Begoña Codina González
Sofía Ardura Gancedo
Alberto Bustos Martínez
María Isabel Toral Alonso

Colección:

Materiales didácticos de aula

Serie:

Formación Profesional Específica

Edita:

Consejería de Educación y Ciencia

Dirección General de Formación Profesional

Servicio de Formación Profesional y Aprendizaje Permanente

ISBN: 84-690-1472-2

Depósito Legal: AS-0592-2006

Copyright:

© 2006. Consejería de Educación y Ciencia

Dirección General de Formación Profesional

Todos los derechos reservados.

La reproducción de las imágenes y fragmentos de las obras audiovisuales que se emplean en los diferentes documentos y soportes de esta publicación se acogen a lo establecido en el artículo 32 (citas y reseñas) del Real Decreto Legislativo 1/2.996, de 12 de abril, y modificaciones posteriores, puesto que "se trata de obras de naturaleza escrita, sonora o audiovisual que han sido extraídas de documentos ya divulgados por vía comercial o por Internet, se hace a título de cita, análisis o comentario crítico, y se utilizan solamente con fines docentes".

Esta publicación tiene fines exclusivamente educativos.

Queda prohibida la venta de este material a terceros, así como la reproducción total o parcial de sus contenidos sin autorización expresa de los autores y del Copyright.

Sumario general

Objetivos	4
Conocimientos	5
Introducción.....	6
Contenidos generales	6
Esquemas eléctricos: Clasificación	7
Símbolos normalizados	10
Referenciado de un esquema desarrollado	22
Representación de esquemas.....	28
Resumen de contenidos	32
Autoevaluación.....	34
Respuestas de actividades	36
Respuestas de autoevaluación.	38



Objetivos

Al finalizar el estudio de esta unidad serás capaz de:

- Identificar los símbolos normalizados representativos de los distintos dispositivos eléctricos.
- Distinguir las letras representativas de los elementos eléctricos en los planos.
- Explicar esquemas básicos de instalaciones eléctricas.
- Representar algún esquema sencillo de una instalación.



Conocimientos que deberías adquirir

CONCEPTOS

- Circuito de mando y control.
- Circuito de fuerza o potencia.
- Planos de bornes.
- Esquemas de cableado.
- Distintos tipos de simbología eléctrica.

PROCEDIMIENTOS SOBRE PROCESOS Y SITUACIONES

- Análisis de distintos planos de instalaciones reales identificando los distintos elementos que intervienen en el mismo.
- Descripción general de los circuitos eléctricos básicos en una instalación eléctrica.
- Identificación de los elementos eléctricos en distintos tipos de simbología.

ACTITUDES

- Alerta en la identificación de los distintos elementos para detectar posibles errores dentro de una instalación.
- Responsable en relación con la calidad y rigor técnico en la identificación de los elementos.
- Autonomía y flexibilidad en cuanto a la interpretación y desarrollo de esquemas eléctricos básicos.



Introducción

La representación de cualquier dispositivo eléctrico requiere como en cualquier otra rama de la industria (mecánica, construcción, arquitectura, etc.) la utilización de un conjunto de símbolos gráficos para designar los distintos elementos de acuerdo con una normativa.

La utilización de los mismos símbolos por técnicos de distintos países permite entender una instalación diseñada en otros lugares del mundo ya que cada elemento tiene su símbolo único según la normativa utilizada. Además, esto evita el problema de encontrarnos con ambiguas interpretaciones de un mismo esquema eléctrico.

La interpretación de un esquema eléctrico es básica para comprender la marcha de la instalación, detectar fallos antes de ponerla en funcionamiento, y efectuar modificaciones y reparaciones con el objetivo de mejorarla.

Contenidos generales

En esta unidad didáctica se presentan los símbolos normalizados que aparecen en los esquemas eléctricos y las normas generales de representación o referencia de dichos esquemas así como el funcionamiento general de alguna instalación eléctrica representada mediante dichos esquemas.



Esquemas eléctricos: Clasificación

Seguramente has ojeado algún tipo de plano eléctrico y habrás podido comprobar que en él aparecen representados distintos elementos con gráficos y líneas que los unen.

¿Qué crees que representan dichos gráficos? ¿Para qué se utilizan?

La selección de un tipo de representación gráfica supone seguir una determinada normativa como referencia en la confección de los esquemas.



Un **esquema** es la representación de una red, instalación o una parte de ésta, que indica la relación existente entre los diferentes elementos que la componen y las uniones que se utilizan para realizar la instalación.

En la confección de un esquema se suelen utilizar **símbolos** y **figuras** así como **marcas** o **referencias**.

Los símbolos se utilizan para representar máquinas, partes de una instalación, dispositivos, etc. Si no existe un símbolo normalizado para el elemento que se necesita representar, pueden utilizarse figuras detalladas u otras representaciones, siempre que se indique su significado.

Los **trazos** representan conexiones eléctricas, uniones mecánicas, condiciones de dependencia entre elementos o agrupamientos de diversos elementos. Pueden ser gruesos, finos, continuos o discontinuos.

Las **marcas** o **referencias** permiten la identificación de instalaciones, máquinas, aparatos, sus elementos, sus bornes y los conductores unidos a estos bornes.

A continuación, se analizan los tipos de esquemas eléctricos más representativos como son los explicativos, los de realización y los de funciones



Esquemas explicativos

El objetivo de los esquemas explicativos es facilitar el análisis y la comprensión del funcionamiento de una instalación. Se clasifican en:

- **Esquema funcional.** Es un esquema simple que transmite una idea general del funcionamiento de la instalación. Los elementos están representados por figuras o símbolos sencillos, y no es necesario representar las uniones materiales.
- **Esquema de emplazamiento.** También recibe el nombre de **plano de instalación**. En él se representa, sin detalles, el plano del local y el emplazamiento aproximado de los aparatos de utilización y mando. Eventualmente, también se representa la dependencia existente entre los diferentes aparatos.
- **Esquema de los circuitos.** Representa, a través de símbolos, el total o parte de la instalación, así como las uniones materiales, principalmente las eléctricas, que intervienen en el funcionamiento que se desea describir.
- **Plano de redes.** Es una representación geográfica y acotada en la que se sitúa el trazado muy simplificado de las líneas destinadas a transporte y distribución de energía.

Esquemas de conexiones o de realización

Los esquemas de realización tienen la misión de indicar cómo debe realizarse una instalación. Además, es muy útil a la hora verificar la instalación para comprobar su funcionamiento y localizar fallos, aunque puede ser difícil interpretar la instalación ya que no pretenden ser didácticos en cuanto a relaciones entre los componentes.

Los principales tipos de esquemas de realización son:

- **Esquema general de cableado.** Se representan todas las conexiones y conductores. Son precisos en cuanto a los aspectos básicos de la ejecución material de la instalación.
- **Esquema de cableado exterior.** Se obtiene trazando un esquema de las canalizaciones. Se acompaña de una relación de los aparatos y detalle de dichas canalizaciones.

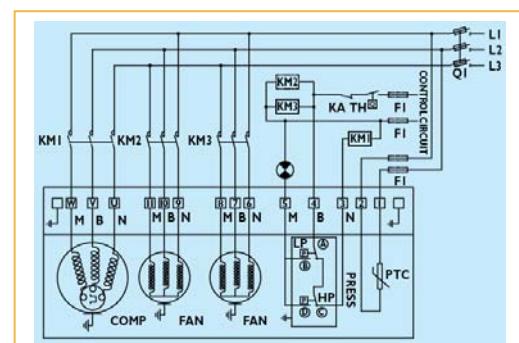


Fig. 1: Esquema general de cableado de un circuito trifásico.



Los esquemas de conexiones o de realización también se pueden clasificar según el tipo de representación en:

- **Representación multifilar.** Se representan la totalidad de los conductores (fig. 2a).
- **Representación unifilar.** Todos los conductores se simbolizan con un único trazo, que estará cruzado por tantas líneas oblicuas como número de conductores tenga la instalación (fig. 2b). Se utiliza cuando el esquema está formado por circuitos semejantes (por ejemplo, en una instalación trifásica) y están incluidos dispositivos iguales que funcionan simultáneamente. Estos elementos estarán representados por un único símbolo.

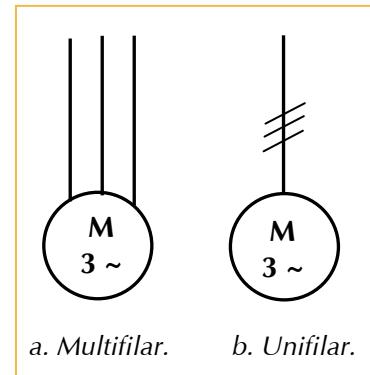


Fig. 2: Comparación entre representación multifilar y unifilar.

Esquemas de funciones

Otra clasificación característica que se puede realizar de los esquemas eléctricos según la función de los mismos sería: Esquema de potencia, de mando y control, de distribución, de iluminación, de señalización, etc.

1
actividad

Dibuja un sencillo esquema explicativo funcional de una instalación eléctrica domiciliaria.



Símbolos normalizados

Cuando hablamos de símbolos, se nos ocurre pensar en representaciones gráficas que nos permitan prescindir de largos textos explicativos con las indicaciones escritas. Pero, ¿Qué importancia crees que tienen los símbolos en electricidad? ¿Para qué se utilizan?

¿Qué símbolos eléctricos conoces?

En electricidad, al igual que en otras disciplinas, el uso de símbolos normalizados es necesario con el fin de facilitar el diseño y montaje de las instalaciones, la representación gráfica de los circuitos, valores, cantidades y aparatos.

El uso de los símbolos elimina el riesgo de confusión facilitando la comprensión de los esquemas, así como el montaje y mantenimiento de la instalación.

Por tanto, conocer los símbolos normalizados es muy importante para el técnico ya que constituye el abecedario de su trabajo.

Dado el gran número de símbolos eléctricos que existen, en los apartados siguientes se recogen los más comúnmente utilizados, aunque siempre puedes consultar el listado completo en la normativa correspondiente. Además, se incluye también una comparativa entre la simbología antigua y la actual.

Los símbolos de los elementos se pueden agrupar de acuerdo con su afinidad en los siguientes grupos:

- Designación de las corrientes.
- Contactos.
- Mandos mecánicos.
- Elementos diversos.
- Máquinas eléctricas giratorias.
- Designación de conductores.
- Órganos de mando y medida.
- Mandos eléctricos, neumáticos e hidráulicos.
- Señalización.
- Máquinas estáticas. Transformadores.

Designación de las corrientes

La tabla siguiente recoge los símbolos correspondientes a las corrientes y protecciones.

DESIGNACIÓN DE LAS CORRIENTES			
Corriente alterna	\sim	Puesta a tierra	
Corriente continua	----	Puesta a masa	
Corriente ondulada o rectificada	\approx		
Corriente alterna trifásica de 50 Hz	3 \sim 50Hz	Tierra de protección	

Tabla 1. Naturaleza de las corrientes.

Designación de conductores

La tabla siguiente recoge los símbolos correspondientes a los tipos de conductores.

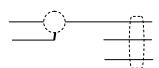
DESIGNACIÓN DE LOS CONDUCTORES			
Conductor, circuito auxiliar	---	Conductor neutro	N -----
Conductor, circuito principal	—	Conductor de protección	PE -----
Haz de tres conductores	L_1 ----- L_2 ----- L_3 -----	Conductores blindados (apantallados)	
Representación unifilar	---	Conductores trenzados	

Tabla 2. Tipos de conductores.



Contactos

La tabla 3 recoge los símbolos correspondientes a estos aparatos.

CONTACTOS			
Contacto de cierre, NA 1) principal 2) auxiliar		Contactos de dos direcciones sin solapado (apertura antes que el cierre)	
Contacto de apertura, NC 1) principal 2) auxiliar		Contactos de dos direcciones solapados	
Interruptor		Contacto de dos direcciones con un punto central en posición de apertura	
Seccionador		Contactos accionados	
Contactor		Contacto adelantado, actúa antes que otros del mismo conjunto	
Ruptor		Contacto retardado, actúa después que otros del mismo conjunto	
Disyuntor		Contacto de paso: Cierre momentáneo al trabajo	
Guardamotor		Contacto de paso: Cierre momentáneo al reposo	
Interruptor seccionador		Contacto NA de posición mantenida	
Interruptor seccionador con apertura automática		Interruptor de posición	
Seccionador fusible		Contacto temporizado al trabajo	
		Contacto temporizado al reposo	

Tabla 3. Tipos de contactos.

Órganos de mando y medida

La tabla siguiente recoge los símbolos correspondientes a estos aparatos.

ÓRGANOS DE MANDO Y MEDIDA			
Mando electromagnético (símbolo general)		Relé de medida o de protección (símbolo general)	
• De dos arrollamientos		• De sobreintensidad de efecto magnético	
• Representación desarrollada		• De sobreintensidad de efecto térmico	
• De acción retardada		• De sobreintensidad de efecto magnetotérmico	
• De reposo retardado		• De máxima intensidad	
• De un relé de remanencia		• De mínima tensión	
• De enclavamiento mecánico		• De ausencia de tensión	
• De un relé polarizado		• Accionado por la frecuencia	
• De corriente alterna		• Accionado por el nivel de un fluido	
• De un relé intermitente		• Accionado por un número de sucesos	
• De un relé de impulso		• Accionado por la presencia de un caudal	
• De acción y reposo retardados		• Accionado por presión	

Tabla 4. Tipos de órganos de mando y medida.



Mandos mecánicos

La tabla siguiente recoge los símbolos correspondientes a estos aparatos.

MANDOS MECÁNICOS			
1. Enlace mecánico largo 2. Enlace mecánico corto		• De acceso restringido	
Dispositivo de enganche		• Por palanca	
• Retenido		• Por palanca con maneta	
• Liberado		• Por llave	
Retorno automático		• Por manivela	
Retorno no automático		Enganche por pulsador de desenganche automático	
• Enganchado		Mando • Por roldana	
Enclavamiento mecánico		• Por palanca y roldana	
Bloqueo		• Por motor eléctrico	
Mando mecánico manual		Translación • Hacia la derecha	
• Por pulsador (retorno automático)		• Hacia la izquierda	
• Por tirador (retorno automático)		• En ambos sentidos	
• Rotativo (de enganche)		Rotación • Sentido directo	
• De seta		• Sentido inverso	
• Por volante		• En ambos sentidos	
• Por pedal		• Limitado en ambos sentidos	

Tabla 5. Tipos de mandos mecánicos.

Mandos eléctricos neumáticos e hidráulicos

La tabla siguiente recoge los símbolos correspondientes a estos aparatos.

MANDOS ELÉCTRICOS		MANDO NEUMÁTICO O HIDRÁULICO	
Mando por roce		De simple efecto	
Mando sensible a la proximidad		De doble efecto	
• Sensible a la proximidad de un imán			
• Sensible a la proximidad del hierro			

Tabla 6. Tipos de mandos eléctricos neumáticos e hidráulicos.

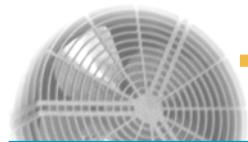
Elementos diversos

La tabla siguiente recoge los símbolos correspondientes a estos aparatos.

ELEMENTOS DIVERSOS			
Fusible		Condensador	
Fusible con percursor		Pila o acumulador	
Rectificador		Resistencia	
Puente rectificador		Shunt	
Tiristor		Inductancia	
Electroválvula		Detector de proximidad	
Reloj		Detector de proximidad inductivo	

(Continúa en la página siguiente)





Contador de impulsos		Detector de proximidad capacutivo	
Potenciómetro		Arrancador estrella triángulo	
Varistancia		Aparato indicador	
Fotorresistencia		Amperímetro	
Fotodiodo		Aparato registrador	
Fototransistor (PNP)		Amperímetro registrador	
Transformador de tensión		Contador	
Autotransformador		Amperios / hora	
Transformador de intensidad		Freno	
Limitador de sobretensiones		Con freno bloqueado	
Pararrayos		Con freno liberado	
Arrancador		Válvula	
Detector sensible al roce		Detector fotoeléctrico sistema "réflex"	

Tabla 7. Elementos diversos.



Bornes y conexiones

La tabla siguiente recoge los símbolos correspondientes a estos aparatos.

BORNES Y CONEXIONES			
Derivación		Conexión por contacto deslizante	
Doble derivación		Clavija macho	
Cruce sin conexión		Toma hembra	
Borne de conexión		Clavija y toma asociadas	
Bornero de conexión (regleta terminal)		Conectores acoplados: 1. Parte móvil, macho 2. Parte fija, hembra	

Tabla 8. Bornes y conexiones.

Señalización

La tabla siguiente recoge los símbolos correspondientes a estos aparatos.

SEÑALIZACIÓN			
Lámpara de señalización o de alumbrado		Colores Rojo Naranja Amarillo Verde Azul Blanco	C2 C3 C4 C5 C6 C9
Dispositivo luminoso intermitente		Tipo Neón Vapor de sodio Mercurio Yodo Electroluminiscente Fluorescente Infrarrojo Ultravioleta	Ne Na Hg I EL FL IR UV
Bocina, claxon			
Timbre			
Sirena			
Zumbador			

Tabla 9. Señalización de algunos aparatos.





Máquinas eléctricas giratorias

La tabla siguiente recoge los símbolos correspondientes a estas máquinas.

MÁQUINAS ELÉCTRICAS GIRATORIAS			
Motor asincrónico trifásico • De jaula		Generador de corriente alterna	
• De dos arrollamientos estatóricos separados		Generador de corriente continua	
• De 6 bornes de salida (acoplamiento estrella - triángulo)		Motor asincrónico trifásico, rotor de anillos	
• De polos commutables (motor de dos velocidades)		Motor de imán permanente	

Tabla 10. Tipos principales de máquinas eléctricas giratorias.

2 actividad

Indica qué representan cada uno de los símbolos siguientes:

a.

b.

c.

d.

e.

f.

Máquinas eléctricas estáticas. Transformadores

La tabla siguiente recoge los símbolos correspondientes a estas máquinas.

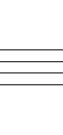
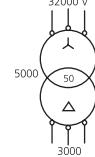
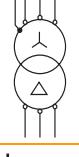
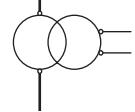
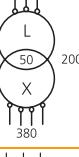
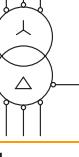
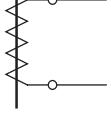
TRANSFORMADORES	
Transformador ordinario con dos devanados, primario y secundario separados	
Transformador monofásico	 
Transformador trifásico con conexión estrella-tríangulo	
Transformador trifásico con entrada de tres fases y neutro y salida de tres fases con conexión estrella-tríangulo	
Transformador de corriente	
Autotransformador	
Trifásico de tres hilos a cuatro hilos	
Transformador trifásico en conexión estrella para el primario y zig-zag en el secundario	
Transformador de corriente	

Tabla 11. Tipos principales de transformadores.



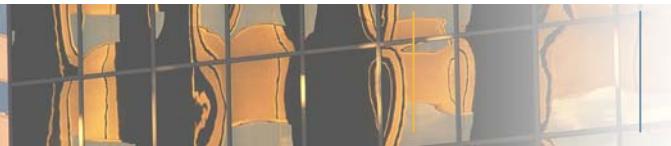


Comparativa entre la simbología antigua y la actual

La tabla siguiente recoge los símbolos más habituales correspondientes a versiones antiguas y modernas tanto en la normativa europea como en la estadounidense.

NATURALEZA DE LOS SÍMBOLOS GRÁFICOS	NORMAS EUROPEAS				NORMAS USA	
	Versión antigua		Versión nueva		Versión nueva	
	Potencia	Mando	Potencia	Mando	Potencia	Mando
Contacto de cierre "NA" (USA "NO" normalmente abierto")						
Contacto de apertura "NC" (USA "NC" normalmente cerrado")						
Contacto retardado a la acción. Temporizado a la conexión o al "trabajo".						
Contacto retardado a la desconexión. Temporizado al "reposo" o desconexión						
Seccionadores						
Relés						
Bobinas						
Motores						
Fusibles						
Disyuntores					Magnético	Magnético-térmico

Tabla 12. Comparación entre la representación vieja y la moderna.



3
actividad

Representa los símbolos de los siguientes elementos o dispositivos eléctricos:

- a.** Contactor de acción retardada.
- b.** Contacto temporizado a la conexión NC y NA.
- c.** Corriente alterna trifásica de 50 hertzios.
- d.** Relé accionado por el nivel de un fluido.
- e.** Motor trifásico asincrónico.
- f.** Timbre.
- g.** Detector de proximidad inductivo.
- h.** Detector fotoeléctrico.





Referenciado de un esquema desarrollado

En los esquemas eléctricos desarrollados existen muchas referencias o marcas de materiales, bornes, conductores, etc. Pero, ¿Hay alguna norma que se deba seguir en la aplicación de dichas referencias?

¿Qué utilidad tienen las referencias?

El referenciado en los esquemas desarrollados se rige por una serie de reglas de aplicación precisas. El uso de las reglas de marcado facilita las operaciones de cableado y la puesta a punto, al tiempo que contribuyen a la mejora de la productividad ya que el tiempo de mantenimiento de los equipos se verá sensiblemente reducido.

Clasificación por designación del material

Todos los elementos que forman parte de un automatismo están identificados por una letra (excepcionalmente por dos), seguida de un número y seleccionada en la tabla según el tipo de elemento.

Algunos **ejemplos** de letras de referencia de algunos de los elementos más característicos las cuales se indicarán en la tabla 13 son las siguientes:

- **B:** Trasnsductores de una magnitud eléctrica en magnética y viceversa como pueden ser los termostatos, presostatos, detectores de proximidad, fotoeléctricos, etc.
- **E:** Materiales varios como pueden ser de alumbrado, calefacción, etc.
- **F:** Dispositivos de protección como fusibles, relés de protección, etc.
- **H:** Dispositivos de señalización como pilotos luminosos y avisadores acústicos.
- **Q:** Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia como disyuntores o seccionadores.
- **S:** Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de control como los pulsadores, commutadores, etc.

La tabla siguiente muestra la clasificación por tipos de material que se puede utilizar.

CLASIFICACIÓN SEGÚN LOS TIPOS DE MATERIAL		
G Alternador E Alumbrado P Amperímetro A Amplificador B Anemómetro P Aparato indicador, grabador S Aparato de conexión para circuitos de potencia Q Aparato de conexión para circuitos de mando. Y Aparato accionado eléctricamente H Avisador acústico o luminoso	U Demodulador B Detector de presión, proximidad, rotación, temperatura B Dinamo tacométrica B Dinamómetro eléctrico V Diodo D Dispositivo de memoria F, H Dispositivo de protección Dispositivo de umbral de tensión D Disyuntor Y Electromán Y Embrague	F Pararrayos S Pedal (contacto)
D Báscula monoestable G Batería de acumuladores, pilas L Bobina de autoinducción, de bloqueo X Bornero	Z Filtro Y Freno electromecánico F Fusible G Generador	V Puente de diodos, rectificador S Pulsador X Punta de prueba
W Cable E Calefacción S Caja de pulsadores Z Carga correctiva, filtro B Célula foto/termoeléctrica X Clavija S Combinador C Condensador U Codificador A Conjunto funcional, subconjunto S Comutador P Contador de impulsos u horario	L Inductancia P Instrumento de medida S Interruptor de posición W Juego de barras W Lámpara F Limitador de sobretensión B Manómetro E Material diverso D Memoria M Motor	Q Seccionador S Selector V Semiconductor, tubo electrónico H Señalización acústica R Shunt
K, KA Contactor auxiliar de enganche o temporizado K, KM Contactor auxiliar de potencia F Cortacircuito fusible	U Ondulador H Piloto luminoso X Placa de bornas N Placa (fuera de serie) R Potenciómetro B Presostato	R Termistancia B Termostato V Tiristor
		X Toma de corriente B Transductor T Transformador (U, I) V Tubo electrónico
		R Varistancia P Voltímetro P Vatímetro hora
		X Zócalo de toma

Tabla 13. Clasificación por designación del material.





Marcado de los bornes de conexión de los aparatos

Todos los contactos, sean principales, auxiliares, instantáneos o temporizados, así como cada órgano de mando, poseen dos referenciados alfanuméricos o numéricos. Estos referenciados constituyen el marcado de las bornes de conexión.

El marcado de los bornes permite ahorros importantes a la hora de realizar el esquema y el cableado del equipo. Además, facilita las operaciones de puesta en marcha, mantenimiento y reparación.

Como referenciado de los bornes de conexión de los aparatos se utilizan las que figuran sobre los propios bornes o en la placa de características del aparato.

o Contactos principales

Son los formados por contactores, seccionadores y relés de protección contra sobrecargas. Sus bornes están referenciadas por una sola cifra:

- De 1 a 6 en tripolar.
- De 1 a 8 en tetrapolar.

Los números impares (fig. 3) se sitúan en la parte superior, progresando de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

Los contactos de pequeño calibre son la excepción a esta regla ya que en ellos el cuarto polo tiene sus bornes marcados como los contactos auxiliares.

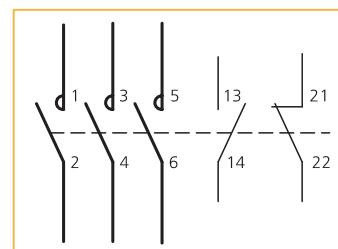


Fig. 3: Numeración de contactos principales y auxiliares.

o Contactos auxiliares

Los bornes de los contactos de circuitos auxiliares están referenciadas por números de dos cifras. Las cifras de unidades indican la función del contacto auxiliar; por esta razón, reciben el **nombre de cifras de función**.

A. Cifra de las unidades

- **Contacto de apertura (NC):** 1 y 2.
- **Contacto de cierre (NA):** 3 y 4.

En el caso de un contacto **normalmente abierto** con funcionamiento especial (temporizador, protección de un relé, etc.), los bornes se marcan con los números **5 y 6** respectivamente. Si el contacto es **normalmente cerrado** (NC), los números correspondientes serán **7 y 8**.

B. Cifra de las decenas

Las cifras de las decenas indican el número de orden de cada contacto en el aparato. Este número puede corresponder a la posición del contacto auxiliar sobre el aparato o a la secuencia de accionamiento, pero no se corresponde a la posición relativa de los contactos en el esquema.

Los números 9 ó 0, si son necesarios, se reservan para los contactos auxiliares de los relés de protección contra sobrecargas seguidas de la función 5 y 6 o 7 y 8

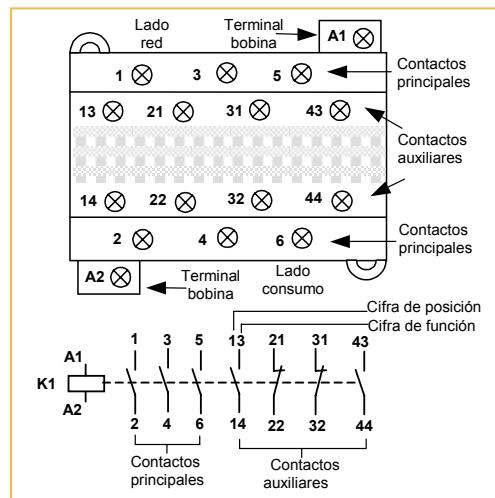


Fig. 4: Identificación de los bornes de un contactor con su numeración correspondiente.

C. Órganos de mando (bobinas)

En este caso, los referenciados se componen de una letra y un número, situándose la letra en primera posición.

- Bobina de mando de un contactor o relé auxiliar: A1 y A2.
- Bobina de mando con dos arrollamientos: A1, A2 y B1, B2.

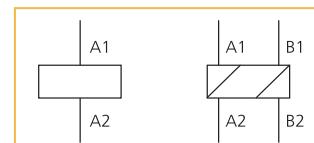


Fig. 5: Órganos de mando.

o Referenciado de los bornes en las borneras

En cada grupo de bornes del circuito de mando, la numeración aumenta, a partir de 1, de izquierda a derecha. La tabla siguiente muestra el referenciado del circuito de potencia.

CIRCUITO	REFERENCIADO
Alimentación	L1 - L2 - L3 - N - PE
Hacia un motor	U, V, W; X, Y, Z
Hacia las R de arranque	U, V, W; X, Y, Z

Tabla 14. Referenciado de los bornes del circuito de potencia.





Reglas de referenciado

La representación del esquema de los circuitos de forma desarrollada facilita la comprensión detallada del funcionamiento de un equipo. Además, permite realizar correctamente el cableado, y sirve de referencia para reparar averías.

Los elementos que constituyen la instalación (bobina, polo, contacto auxiliar, etc.) no se sitúan en el esquema en su situación real. Se adopta una disposición que facilite la comprensión del funcionamiento completo del equipo.

Algunos elementos dependen de otros para su actuación. En este caso, debe quedar claro cuál es el elemento que ordena la maniobra.



Los elementos que dependen de otros para su actuación estarán convenientemente referenciados, de forma que se identifique quién gobierna.

Los circuitos de potencia y mando se representan separados. Además, como se ha visto anteriormente:

- Los elementos que componen un equipo de automatismo se identifican por una serie alfanumérica (letras y números).
- Todos los bornes de conexión están señalizados por su marcado o referenciado.

El emplazamiento de las referencias de identificación en los esquemas de los circuitos debe seguir las reglas siguientes:

- En órganos de mandos o de control debajo del símbolo o a la izquierda.
- En contactos y aparatos, a la izquierda del símbolo gráfico representado.
- En bornes de un aparato, a la izquierda o a la derecha del símbolo.

En las representaciones horizontales, las reglas son idénticas pero las inscripciones giran un cuarto de vuelta.

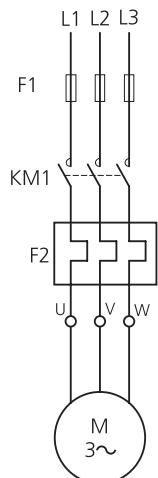
Las líneas horizontales que aparecen en la parte superior de un **circuito de potencia** representan la **red de alimentación**. Los receptores (motores, resistencias, iluminación, etc) se sitúan sobre las derivaciones de la red.



El **esquema de mando y control** se desarrolla entre dos líneas horizontales que representan las dos polaridades. Antiguamente, estas líneas eran verticales.

4 actividad

Numera correctamente los principales contactos de los elementos del esquema de fuerza de un motor y representa la bobina de mando de un contactor o relé auxiliar con las referencias adecuadas.



Conclusión

En los esquemas desarrollados, el marcado de los símbolos con referencias se rige por una serie de reglas muy precisas.

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





Representación de esquemas

En algunos esquemas eléctricos te habrás fijado que hay representadas como dos partes diferentes y con trazos de distinto grosor. ¿Qué representan dichas partes? ¿Qué normas se utilizan para cada una?

¿Qué ejemplos de esquemas eléctricos conoces?



De forma general, tanto los circuitos de potencia como los de mando o control se representan sin tensión y con los interruptores abiertos.

Normas generales de representación

Las normas generales de representación de esquemas eléctricos desarrollados se analizan según las dos partes habituales de los circuitos.

o Representación del circuito de potencia

Si la instalación que se va a representar es sencilla (arranques directos, estrella triángulo), puede utilizarse la representación unifilar.

Como deberías recordar en la representación unifilar se dibujan líneas cortas oblicuas sobre el trazo que representa la conexión:

- **Dos** trazos para los circuitos monofásicos y **tres** trazos para los trifásicos.
- **Cuatro** trazos para los circuitos trifásicos con neutro.



La sección de los conductores se señala sobre el propio esquema, siempre que no sea muy complejo. En caso contrario, se indicará aparte.

Asimismo, los bornes de conexión de los aparatos se indicarán sobre el esquema.

o Representación del circuito de mando

Los símbolos de los órganos de mando de los contactores, de los relés o de otros aparatos actuados eléctricamente se sitúan unos a continuación de otros, en el orden correspondiente a su alimentación y funcionamiento secuencial.

Las normas básicas para representar un circuito de mando son las siguientes:

- La alimentación del circuito se representa con **dos líneas horizontales**.
- Las **bobinas** de los contactores, relés auxiliares, lámparas de señalización, relés temporizados, etc, se unen directamente al conductor inferior.
- Los **bornes de conexión** de los aparatos se representan mediante un círculo. A su lado se indica su referenciado numérico o alfanumérico.
- Los **aparatos auxiliares externos** se pueden representar dentro de un recuadro discontinuo de trazo fino.
- Las **letras y números** de identificación de los aparatos se sitúan a su izquierda, y los referenciados de los bornes, a la derecha.

En los **esquemas complejos**, los contactos pertenecientes a un mismo dispositivo se localizan con dificultad. Para solucionar este problema, el circuito se complementa con una referencia numérica debajo de cada línea vertical.

La referencia numérica de los contactos que accionan cada uno de los órganos de mando se indica debajo de estos, así como el número de la línea vertical en la que se encuentran.

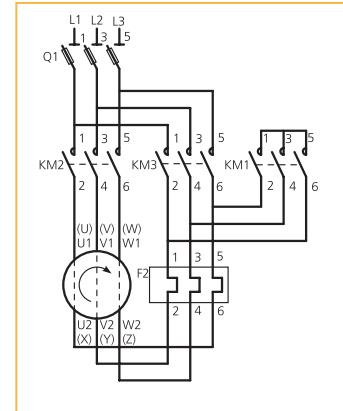


Fig. 6: Esquema de potencia de un motor trifásico con arranque estrella-triángulo.

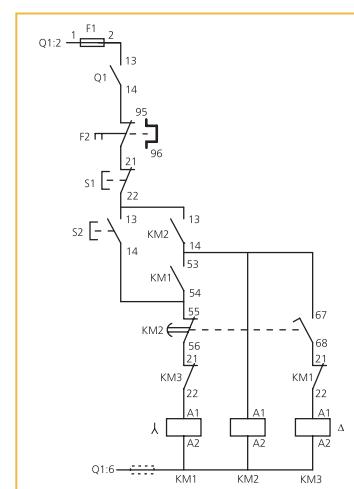


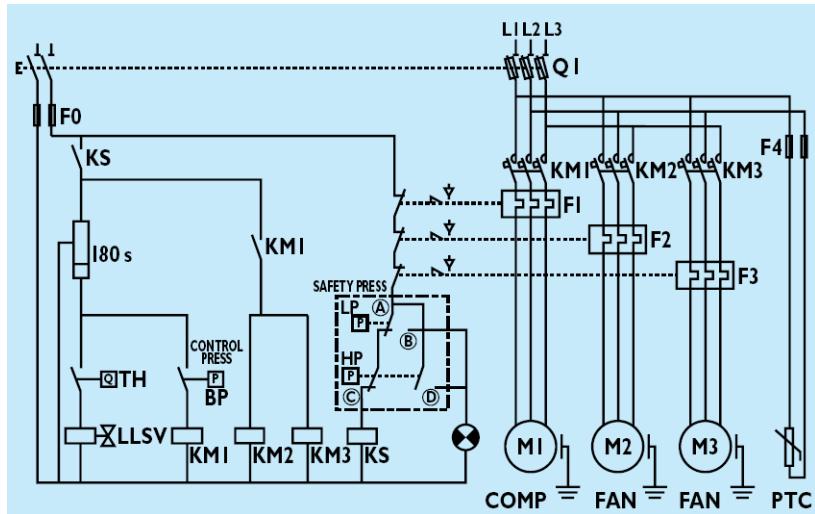
Fig. 7: Esquema de mando del motor de la figura 6.





5 Actividad

Observa el circuito de la figura e identifica los dispositivos que aparecen en el mismo. Separa el circuito de mando del de potencia y numera adecuadamente los contactores.



Ejemplo de aplicación

La figura siguiente muestra un esquema en el que aparece el circuito de mando y fuerza del motor de un compresor trifásico utilizado en sistemas de refrigeración.

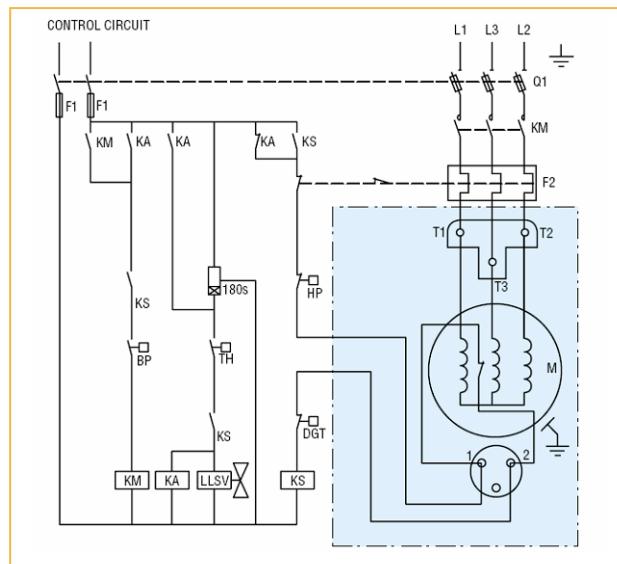


Fig. 8: Esquema general de cableado de un circuito de un compresor trifásico

La figura 9 muestra un esquema de un compresor monofásico en el cual puedes observar que no existe una división clara entre el circuito de mando y el de fuerza.

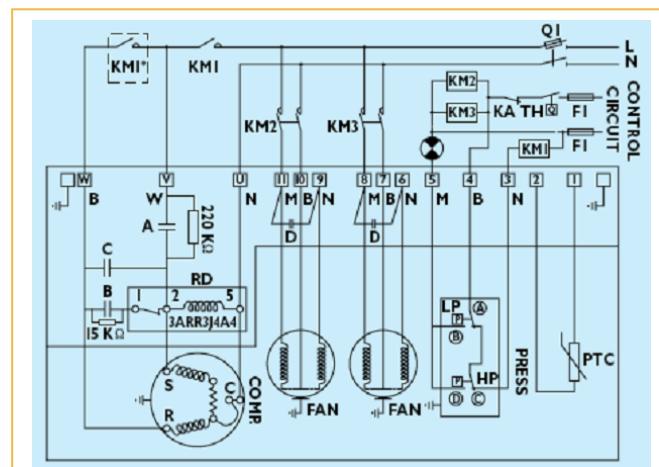


Fig. 9: Esquema general de cableado de un circuito de un compresor monofásico.



Resumen

Esquemas eléctricos

Un esquema es la representación de una instalación que indica la relación entre los diferentes elementos que la componen y las uniones que se utilizan para realizar la instalación.

Clasificación

Una clasificación de los esquemas eléctricos podría ser la siguiente:

- **Esquemas explicativos:** Su objetivo es facilitar el análisis y la comprensión del funcionamiento de una instalación.
- **Esquemas de realización:** Están destinados a indicar cómo debe realizarse una instalación, y ayuda a verificarla.

Simbología

La utilización de la **normalización internacional** elimina el riesgo de confusión y facilita el estudio, el montaje y el mantenimiento de la instalación.

Los símbolos se clasifican en distintos grupos entre los que se pueden citar:

- Designación de corrientes y conductores.
- Contactos.
- Órganos de mando y medida.
- Mandos mecánicos, eléctricos, neumáticos e hidráulicos.
- Bornes y conexiones.
- Señalización.
- Máquinas eléctricas.
- Máquinas estáticas. Transformadores.



Referenciado de un esquema

Los elementos que entran en la composición de un equipo de automatismo están identificados por una **letra** (excepcionalmente por dos) seguidos de un **número**, y elegido en función de la naturaleza del elemento.

Marcado de los bornes

Todos los contactos, ya sean principales, auxiliares, instantáneos o temporizados, así como cada órgano de mando, poseen **dos referenciados alfanuméricos o numéricos**.

■ **Contactos principales:** Los bornes están referenciados por un sola cifra:

- De uno a seis en tripolar.
- De uno a ocho en tetrapolar.

■ **Contactos auxiliares:** Están referenciados por números de dos cifras, distinguiéndose cifras de **unidades** y cifras de **decenas**.

Referenciado de los bornes

En cada grupo de bornes, la numeración aumenta, a partir de 1, de izquierda a derecha.

Representación de esquemas

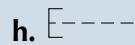
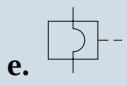
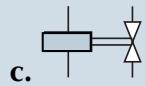
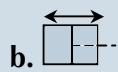
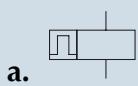
Los esquemas de potencia y de mando se representan de forma distinta aunque de forma general ambos muestran el circuito sin tensión y con los interruptores abiertos.





Autoevaluación

1. Indica el significado de los símbolos siguientes.



2. Asocia cada letra con el elemento que representa. Recuerda que una misma letra puede representar varios dispositivos.

a. G

1. Alternador, generador.

b. K,KA

2. Contactor auxiliar de enganche o temporizado.

c. R

3. Fusible, cortacircuito fusible.

d. F

4. Resistencia, potencíometro, varistancia, etc.

e. KM

5. Pulsador, conmutador, etc.

f. S

6. Contactor principal.

g. X

7. Electroválvula, embrague, etc.

h. B

8. Termostato, presostato, etc.

i. Y

9. Clavija, Borne, regleta, etc.

j. P

10. Reloj, indicador, Contador de impulsos, etc.

3. Dibuja los símbolos correspondientes a los siguientes elementos:

a. Contacto temporizado a la desconexión (NA):

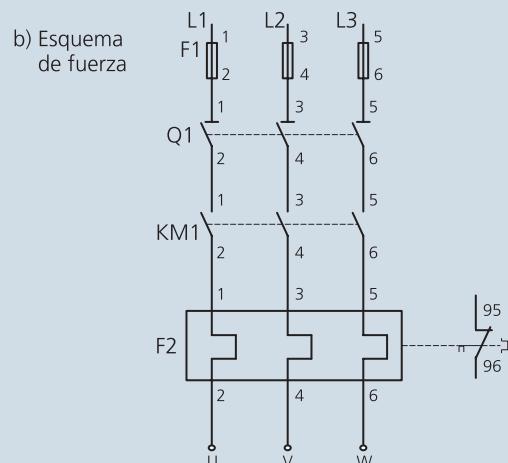
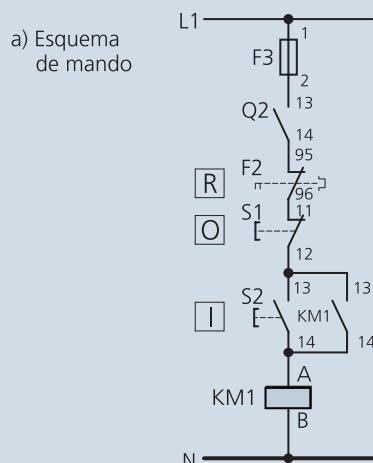
b. Relé de máxima intensidad:

c. Transformador monofásico:

d. Contacto de tres posiciones con la central en posición abierta:

e. Potenciómetro:

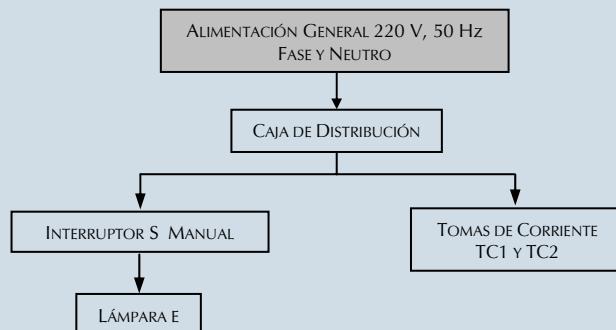
4. Indica si en el esquema de mando y fuerza de la figura están adecuadamente numerados los equipos e identifica los elementos del circuito.





Respuestas Actividades

1. Un esquema explicativo funcional de una instalación eléctrica domiciliaria podría ser parecido al siguiente:



2. Las respuestas correctas son:

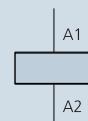
- a. Corriente alterna.
- b. Interruptor.
- c. Seccionador.
- d. Mando electromagnético.
- e. Mando mecánico manual.
- f. Fusible.

3. Los símbolos que deberías haber representado son los siguientes:

- a. Contactor de acción retardada:
- b. Contacto temporizado a la conexión (o al trabajo) NA y NC:
- c. Corriente alterna trifásica de 50 hertzios:
- d. Relé accionado por el nivel de un fluido:
- e. Motor trifásico asíncrono para conexión estrella-triángulo:
- f. Timbre:
- g. Detector de proximidad inductivo:
- h. Detector fotoeléctrico:

4. Los contactos numerados del esquema serían similares a los indicados en la figura 3 para cada uno de los elementos: fusible, contactor y relé térmico.

Por otra parte, la representación y referenciación de la bobina de mando de un contactor o relé auxiliar es la siguiente:



5. Entre los equipos que se pueden identificar en la figura se pueden citar los siguientes: Interruptor seccionador (Q1), contactores (KM1, KM3, KM3), relés térmicos (F1, F2, F3), relé auxiliar (KS), Electroválvula (LLSV), presostato (BP), termostato (TH), fusibles de mando (F0), temporizadores (180 s), Sonda PTC, motores de compresor (M1) y ventiladores (M2, M3), etc.

La parte izquierda del esquema que lleva alimentación monofásica corresponde al circuito de control o mando y la parte derecha que lleva alimentación trifásica al de fuerza o potencia.

La numeración de los contactos puedes comprobarla en distintos planos y esquemas similares de catálogos de equipos.





Respuestas Autoevaluación

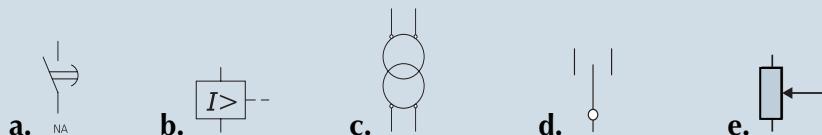
1. Los símbolos indicados corresponden a los siguientes elementos:

- a. Mando electromagnético de un relé intermitente.
- b. Mando neumático o hidráulico de doble efecto.
- c. Electroválvula.
- d. Seccionador fusible.
- e. Relé de efecto magnético.
- f. Contactor.
- g. Lámpara de señalización o alumbrado.
- h. Mando mecánico manual por pulsador.

2. Las asociaciones correctas son las siguientes:

- a. - 1. c. - 4. e. - 6. g. - 9. i. - 7.
- b. - 2. d. - 3. f. - 5. h. - 8. j. - 10.

3. Los símbolos que deberías haber dibujado son los siguientes:



4. Los elementos principales de este circuito que pueden considerarse correctamente numerados son los siguientes: fusibles (F1, F3), seccionador (Q1), interruptor (Q2), relé térmico (F2), pulsador de paro (S1), pulsador de marcha (S2), contactor (KM1).

Notas



Técnico en Montaje y Mantenimiento
de Instalaciones de Frío, Climatización y Producción de Calor

materiales didácticos de aula

