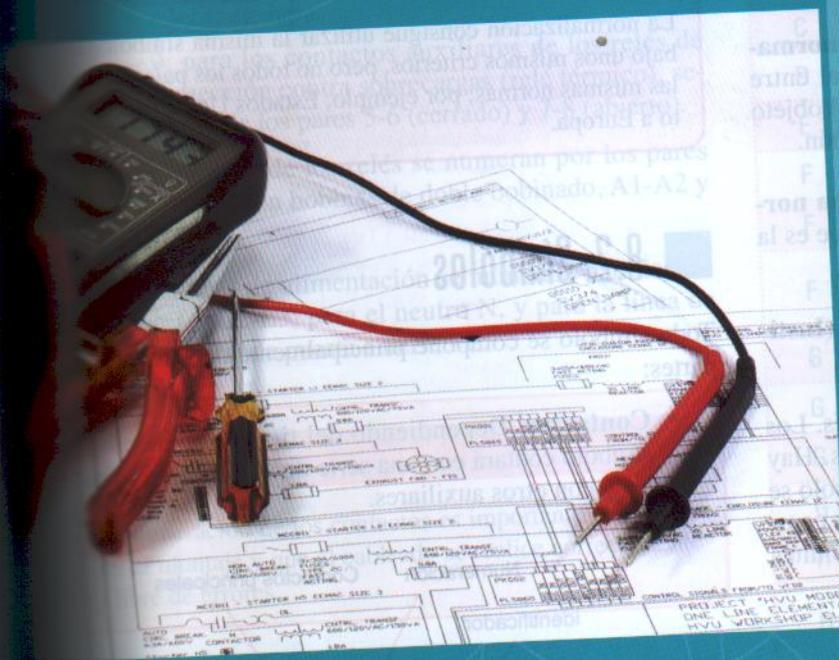


Los esquemas eléctricos y la documentación técnica

8



Durante el planteamiento y la solución adoptada en una instalación eléctrica, las ideas se plasman mediante una serie de planos o esquemas eléctricos, estos planos contienen la información necesaria y suficiente como para que el técnico responsable de llevarla a cabo entienda correctamente cómo realizar su trabajo. Toda esta documentación se recoge en el proyecto eléctrico.

Los esquemas eléctricos no solo son útiles para el técnico responsable de planificar la instalación. Esos planos luego pasan a los encargados de realizar el montaje y posteriormente a los responsables de realizar el mantenimiento de la instalación. Por tanto, se puede considerar que los esquemas eléctricos son el lenguaje de comunicación entre todos los técnicos eléctricos.

Contenidos

- 8.1. La normalización
- 8.2. Símbolos
- 8.3. Los esquemas eléctricos
- 8.4. Numeración de conductores
- 8.5. Referencias cruzadas
- 8.6. Bornero
- 8.7. Mangueras
- 8.8. Materiales en los esquemas eléctricos
- 8.9. Plano de mecanizado
- 8.10. Distribución de materiales en el armario eléctrico
- 8.11. Proyecto eléctrico
- 8.12. Software de diseño eléctrico

Objetivos

- Realizar esquemas eléctricos.
- Emplear los diferentes tipos de esquemas eléctricos.
- Numerar los elementos de un proyecto.
- Aplicar las referencias cruzadas.
- Representar en los esquemas los borneros.
- Generar la documentación que integran los proyectos eléctricos.

8.1. La normalización

Los esquemas eléctricos se rigen por una serie de normas, con el objetivo de que todos los elementos que intervienen en un plano sean realizados e interpretados de la misma forma, sin que puedan dar lugar a confusiones e interpretaciones incorrectas.

Estas normas las dictan una serie de organismos, que bien pueden ser nacionales o bien internacionales. Entre los organismos más importantes tenemos:

- **DIN (Instituto alemán de normalización).** La industria alemana fue la pionera en el campo de la normalización creando este organismo en 1917. Muchos otros países adoptaron normas DIN.
- **ISO (Organización internacional para la normalización).** Debido al intercambio comercial entre países, se crea en 1926 este organismo con el objeto de establecer una serie de normas de uso común.
- En España, las normas se llaman **UNE (Una norma española)**, y son creadas por **AENOR** que es la **Asociación Española de Normalización**.
- En América, se establecen las normas **ANSI (Instituto nacional americano de normalización)**.

Las normas se establecen en una serie de comités. Los comités son áreas de expertos en campos concretos. Hay que recordar que las normas, por ejemplo UNE, no solo se limitan al campo eléctrico, sino que abarcan todos los campos (mecánica, electrodomésticos, etc.). Entre los comités más importantes destacamos:

- **CIE:** Comité electrotécnico internacional.
- **CENELEC:** Comité europeo de la normalización electrotécnica.
- **IEEE:** Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos (de origen estadounidense).

Actualmente, hay dos grandes áreas de influencia en el campo de la normalización eléctrica: las normas europeas y las normas americanas. Por tanto, a la hora de interpretar un plano eléctrico hay que saber bajo qué normas se rige. Si el área de trabajo se fija en Europa y su zona de influencia, las normas a aplicar son las europeas.

Desde el punto de vista de la representación de esquemas, estos se rigen por la norma UNE-200002-1. Otras normas importantes son la IEC 1082 y la EN 81246.

Tabla 8.1. Comparativa de símbolos

Símbolo	Normas europeas	Normas americanas
Contacto abierto		
Contacto cerrado		
Bobina		

► Recuerda:

La normalización consigue utilizar la misma simbología bajo unos mismos criterios, pero no todos los países usan las mismas normas; por ejemplo, Estados Unidos respecto a Europa.

8.2. Símbolos

Todo símbolo se compone principalmente de una serie de partes:

- **Contactos.** Dependiendo del tipo de elemento, el símbolo contará con una serie de contactos principales y con otros auxiliares.

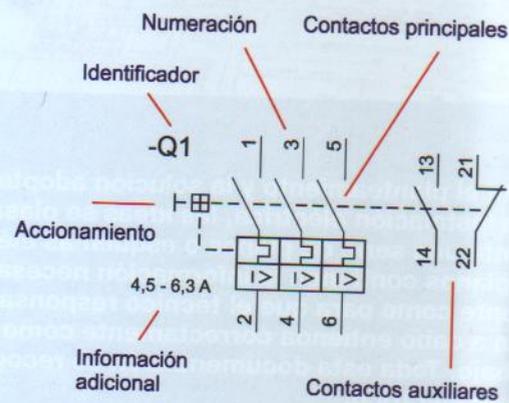


Figura 8.1. Partes del símbolo eléctrico.

- **Numeración.** Estos contactos eléctricos deben ir numerados.

Los contactos principales se numeran del 1 al 6 si son tripolares y del 1 al 8 si son tetrapolares. Colocando los números impares en la parte superior y los...

pares en la parte inferior. En sentido descendente y de izquierda a derecha.

Los contactos auxiliares se numeran mediante dos dígitos. El primer dígito hace referencia al número de contacto dentro del elemento y el segundo dígito hace referencia a la función que realiza de la siguiente manera:

- 1-2: para los contactos normalmente cerrados.
- 3-4: para los contactos normalmente abiertos.
- 5-6: para contactos normalmente cerrados de función especial, como contactos temporizados, térmicos, etcétera.
- 7-8: para contactos normalmente abiertos de función especial, como contactos temporizados, térmicos, etcétera.
- 9: para los contactos auxiliares de los relés de protección contra sobrecargas (relé térmico), seguido de los pares 5-6 (cerrado) y 7-8 (abierto).

Las bobinas de los relés se numeran por los pares A1-A2. Si son bobinas de doble bobinado, A1-A2 y B1-B2.

Las líneas de alimentación se numeran, para las fases: L1-L2-L3, para el neutro N, y para la línea de protección de puesta a tierra PE.

Recuerda:

La numeración de los contactos es importante para realizar el montaje y que el cableado se realice correctamente y libre de errores.

- **Identificador.** Es el nombre del símbolo que permite diferenciarlo de cualquier otro. La designación del dispositivo eléctrico se compone de un conjunto de letras y números. Así, por ejemplo, el primer fusible de un circuito recibe el identificador -F1. Hay ocasiones en las cuales es posible incluir una segunda letra para indicar una función. Por ejemplo, un primer relé recibe la identificación -K1, pero un segundo relé temporizador recibiría la identificación -KT2 (T de temporizador).

Saber más

Actualmente, la codificación de la identificación de los dispositivos se rige por la norma EN 81346, aunque todavía es muy común seguir viéndolas según la norma IEC 750.

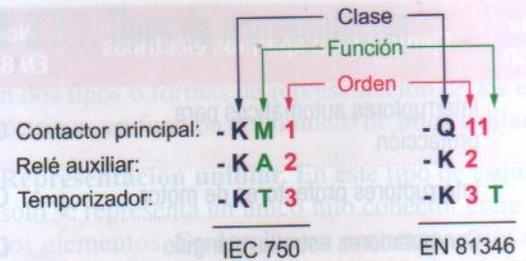


Tabla 8.2. Comparativa de normas de identificación

Norma IEC 750	Ejemplo para aparatos eléctricos	Norma EN 81346
A	Conjuntos de objetos	A
B	Convertidores de señal	T
C	Condensadores	C
D	Dispositivos de memoria	C
E	Filtros electrostáticos	V
F	Disparadores bimetalicos	F
F	Presostatos	B
F	Fusibles (para corrientes débiles, HH, de señales)	F
G	Convertidores de frecuencia	T
G	Generadores	G
G	Arrancadores suaves	T
G	SAI	G
H	Lámparas	E
H	Aparatos de señalización ópticos y acústicos	P
H	Columnas de señalización	P
K	Relés auxiliares	K
K	Contactador auxiliar	K
K	Contactador semiconductor	T
K	Contactador de potencia	Q
K	Relés temporizadores	K
L	Bobinas de inductancia	R
M	Motores	M
N	Amplificadores de aislamiento, amplificadores de inversión	T
Q	Interruptores-seccionadores	Q

Norma IEC 750	Ejemplo para aparatos eléctricos	Norma EN 81346
Q	Interruptores automáticos para protección	Q
Q	Interruptores protectores de motor	Q
Q	Conmutadores estrella-triángulo	Q
Q	Seccionadores	Q
R	Resistencia de ajuste	R
R	Resistor de precisión	B
R	Resistencia de calefacción	E
S	Aparatos de mando	S
S	Pulsadores	S
S	Interruptores de posición	B
T	Transformadores de tensión	T
T	Transformadores de intensidad	T
T	Transformadores	T
U	Transformadores de frecuencia	T
V	Diodos	R
V	Rectificadores	T
V	Transistores	K
Z	Filtros CEM	K
Z	Dispositivos supresores de radiointerferencias y de amortiguación de chispas	F

Un elemento eléctrico (según norma EN 81346-1) se define por varios campos (dispositivo, lugar y función). En los esquemas simples (de un único nivel) basta con colocar el tipo de producto, pero en instalaciones de cierta envergadura (de varios niveles o multinivel) es necesario indicar el resto de identificadores:

Campo	Signo	
Producto	-	Obligado
Ubicación	+	Opcional
Función	=	Opcional

En la Figura 8.2(a), se muestra, a modo de ejemplo, la designación de un elemento, en este caso la bobina de un relé, la cual consta del tipo de producto (K1) y su lugar de instalación (A1). En la Figura 8.2(b), se indica que el esquema pertenece al lugar A1 y el dispositivo K1, al no llevar más identificación, pertenece por defecto a este lugar.

- **Accionamiento.** Los símbolos, según el caso, indican el modo de accionamiento. Existen accionamientos de tipo automático (disparo por sobrecarga, etc.) y otros accionamientos de tipo manual (pulsador, interruptor, tirador, etc.).
- **Información adicional.** Pueden incorporar otra información, tal como la función que realizan (por ejemplo, interruptor general) o los datos técnicos (por ejemplo, la corriente nominal o la sección de los cables, etc.).

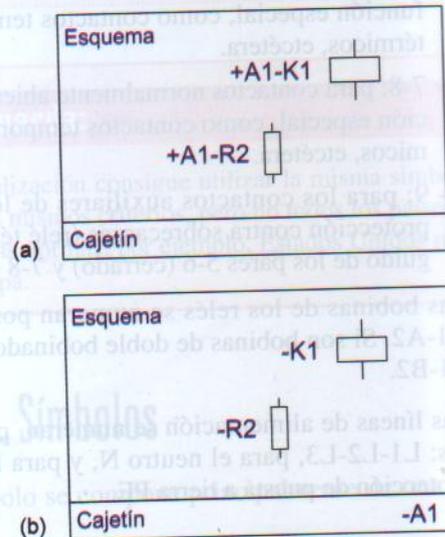


Figura 8.2. Referencia de elementos en esquema eléctrico.

Un símbolo no tiene por qué llevar todas esas partes, se adaptará según el tipo de símbolo, esquema o información que sea necesaria transmitir.

8.3. Los esquemas eléctricos

Los esquemas eléctricos son la representación gráfica de una instalación eléctrica en la cual quedan perfectamente indicados los elementos eléctricos que la integran y la relación entre todos ellos.

Cuando un esquema eléctrico se plasma sobre papel, este debe cumplir con una serie de normas.

Las dimensiones de los planos deben estar normalizadas y existen varias clases de formatos. Los formatos hacen referencia las dimensiones (largo x alto). Las clases más utilizadas vienen de las normas alemanas DIN, existiendo básicamente tres tipos: clases A, B y C.

La más utilizada es la clase A, la cual parte de una superficie de 1 m², con dimensiones de 841 mm x 1189 mm.

Este formato recibe el nombre de DIN-A0. Las siguientes subdivisiones son la mitad de la anterior, así un formato DIN-A0 está formado por dos DIN-A1 y un DIN-A1 está formado por dos DIN-A2 y así sucesivamente.

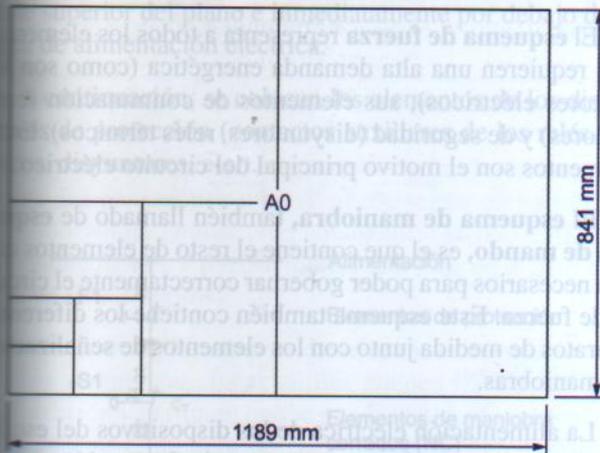


Figura 8.3. Dimensiones de los formatos DIN-A.

Las otras clases más utilizadas son la clase B (1000 mm x 1414 mm) y la clase C (917 mm x 1297 mm). Además existen versiones alargadas que se emplean para esquemas que no son muy altos pero sí muy anchos.

Todos los esquemas eléctricos llevan un cajetín en el cual se proporciona información de índole administrativa (título del plano, cliente, autor, fecha, número de planos, etc.).

Alrededor del plano y límite con sus márgenes, se suele incluir unas coordenadas de tipo cartesiano. El eje de abscisas se ordena por números de izquierda a derecha y en el eje de ordenadas por letras siguiendo un orden de arriba a abajo. El motivo de emplear este sistema de coordenadas es para poder localizar cualquier elemento con facilidad.

En la Figura 8.6, se representa un plano eléctrico el cual está rodeado de un sistema de ejes cartesianos. Por ejemplo, el motor está situado en las coordenadas C1 y el pulsador de paro -S1 (cerrado) está en las coordenadas A2.

Recuerda:

Aunque el formato más utilizado es el DIN-A4, existen muchos más que se emplean cuando son necesarios. En estos casos se tiene la serie B (B0 de 1000 x 1414 mm) y la serie C (C0 de 917 x 1297 mm). Excepcionalmente la norma permite utilizar formatos especiales y excepcionales para la representación de piezas alargadas. Estos formatos se obtienen multiplicando por 2, 3, 4, etc., e incluso hasta 9 veces las dimensiones del lado corto de un formato.

8.3.1. Tipos de representación

Existen dos tipos o formas de representación de los esquemas eléctricos, en función del número de hilos a dibujar.

- **Representación unifilar.** En este tipo de esquemas, solo se representa un único hilo conector entre todos los elementos. Se emplea en esquemas muy sencillos y la idea es transmitir simplicidad y claridad en el diseño.

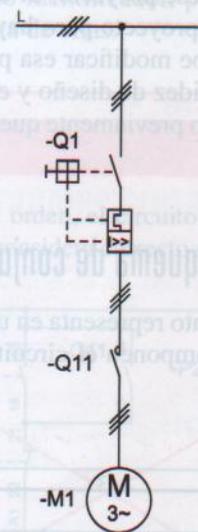


Figura 8.4. Representación unifilar.

- **Representación multifilar.** En este tipo de esquemas, se representan todos y cada uno de los conductores eléctricos. Es un tipo de representación completa y el objetivo es no dejar lugar a ninguna duda sobre su implantación.

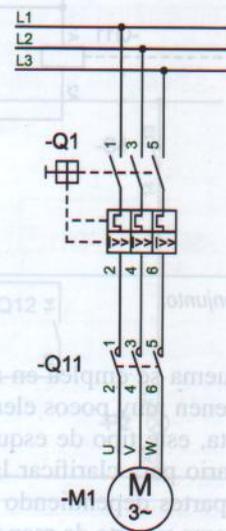


Figura 8.5. Representación multifilar.

En los esquemas de automatismos eléctricos se emplea mayoritariamente el tipo de representación multifilar.

Cuando un proyecto eléctrico es de gran envergadura, se divide el esquema en varios planos. Normalmente, el criterio de la división se basa en bloques de funciones: circuito de alimentación, circuito de seguridad, circuito del autómatas programable, funciones que realizan los diferentes motores, etcétera.

Dividir un esquema en varios planos tiene otra ventaja, el mantenimiento de ese proyecto. Si en un futuro se debe volver a utilizar este proyecto pero hay modificaciones en una parte, solo se debe modificar esa parte en concreto, lo que se traduce en rapidez de diseño y en seguridad, puesto que se ha comprobado previamente que el sistema funciona correctamente.

8.3.2. El esquema de conjunto

El esquema de conjunto representa en un único plano todos los elementos que componen el circuito de manera multifilar.

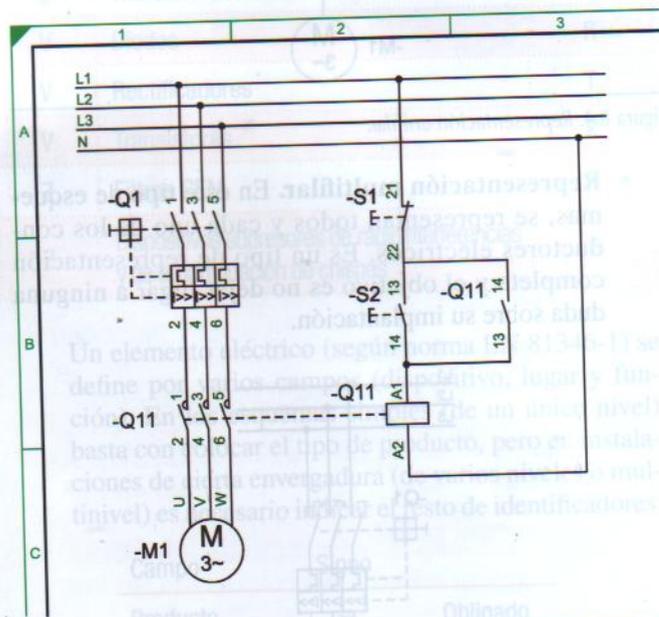


Figura 8.6. Esquema de conjunto.

Este tipo de esquema se emplea en aquellas ocasiones en las cuales intervienen muy pocos elementos. Cuando la complejidad aumenta, este tipo de esquemas no son muy útiles, siendo necesario para clarificar la visión, el dividir el esquema en dos partes dependiendo de la función que realizan: parte de fuerza y parte de mando o maniobra.

8.3.3. El esquema de fuerza y de maniobra

Cuando el esquema aumenta en tamaño y complejidad es más útil dividir ese esquema de conjunto en dos partes: el esquema de fuerza y el esquema de maniobra.

El **esquema de fuerza** representa a todos los elementos que requieren una alta demanda energética (como son los motores eléctricos), sus elementos de conmutación (contactores) y de seguridad (disyuntores, relés térmicos). Estos elementos son el motivo principal del circuito eléctrico.

El **esquema de maniobra**, también llamado de **esquema de mando**, es el que contiene el resto de elementos que son necesarios para poder gobernar correctamente el circuito de fuerza. Este esquema también contiene los diferentes aparatos de medida junto con los elementos de señalización de maniobras.

La alimentación eléctrica de los dispositivos del esquema de maniobra es de pequeña potencia. La tensión se puede tomar de la misma red de alimentación de fuerza o bien puede ser de menor valor empleando un transformador o una fuente de alimentación.

Cuando el esquema eléctrico es de reducidas dimensiones se puede emplear un mismo plano (hoja) en el cual están los esquemas de fuerza y de maniobra. Sin embargo, en ocasiones y cuando la complejidad del circuito eléctrico es grande, es normal que se emplee más de un plano que en hojas diferentes.

Con objeto de clarificar los esquemas y siempre que se pueda, cada tipo de elemento tiene una posición en los planos.

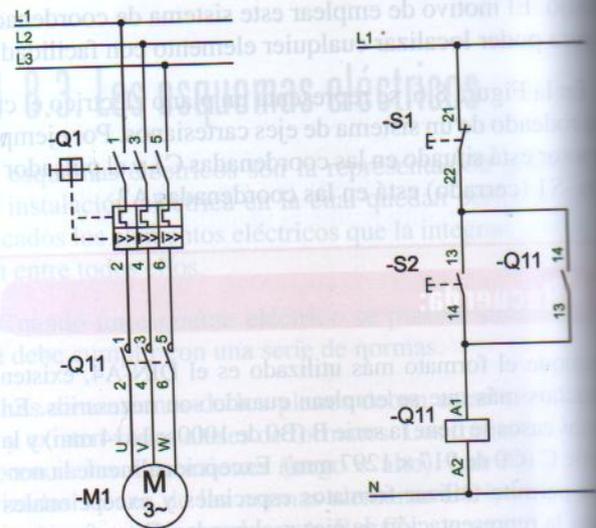


Figura 8.7. Esquema de fuerza.

Figura 8.8. Esquema de maniobra

Las líneas de alimentación eléctrica del plano de maniobra se sitúan tanto en la parte superior (conductor de fase positivo) como en la parte inferior (conductor de neutro negativo).

Los elementos de protección eléctrica se sitúan en la parte superior del plano e inmediatamente por debajo de la línea de alimentación eléctrica.

A continuación, se colocan los elementos de los dispositivos de protección (contactos auxiliares de los relés térmicos, disyuntores, etc.).

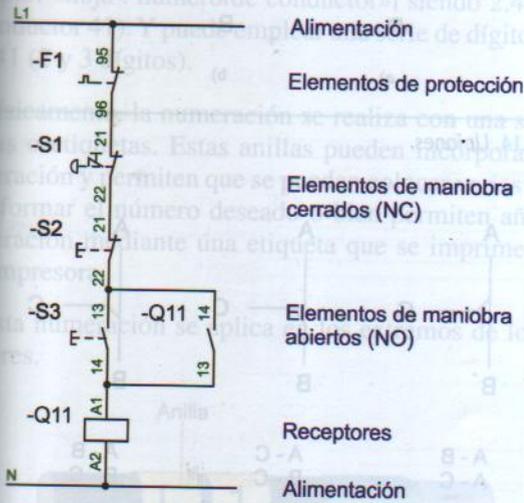


Figura 8.9. Orden en los esquemas de maniobra.

Luego van los elementos de maniobra, tales como los pulsadores de paro, marcha, realimentaciones, etc. Y con preferencia de colocar en la parte superior de esa zona a los elementos de corte (contactos cerrados).

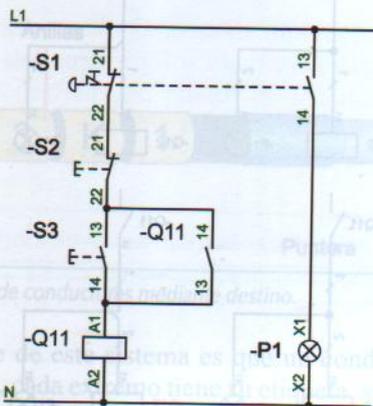


Figura 8.10. Dispositivos compuestos de varios elementos (S1 y S4).

Los receptores eléctricos (bobinas, pilotos de señalización, etc.) se colocan en la posición inferior del plano antes de la línea de alimentación de neutro o negativo en función del tipo de corriente eléctrica.

Es posible tener un elemento que, a su vez, conste de varias partes. En la Figura 8.10, los pulsadores S1 y S4 son un paro de emergencia de tipo seta, los cuales constan de dos cámaras de contactos, una cerrada y la otra abierta. En S1, para indicar que ambas se accionan a la vez, se dibujan con una línea discontinua uniendo ambas. En S4, ambas comparten el mismo identificador, pero el accionamiento se coloca en solo una de ellas.

Recuerda:

Si intercambias el orden, el circuito eléctricamente funciona, pero no se considera correcto su diseño.

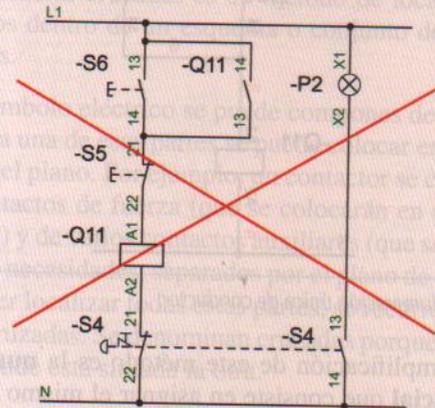


Figura 8.11. Mal diseñado.

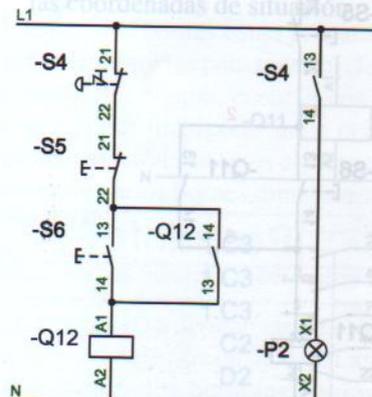


Figura 8.19. Referencias en formato gráfico.

8.4. Numeración de conductores

A la hora de realizar el montaje y el mantenimiento de una instalación de automatismos eléctricos es importante el poder identificar correctamente y de una manera rápida los diferentes conductores que lo componen.

Existen varias técnicas de realizar esa numeración. La **numeración única de hilos** es más sencilla y consiste en asignar un número a cada conductor (Figura 8.12).

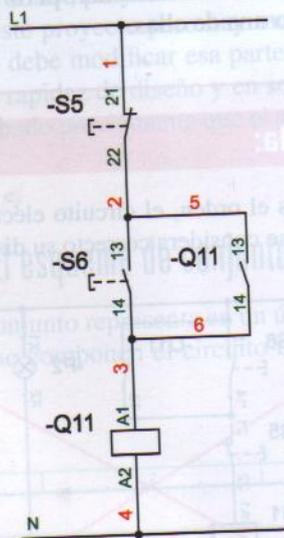


Figura 8.12. Numeración única de conductor.

Una simplificación de este método es la **numeración por potencial** que consiste en asignar el mismo número a los cables que concurren en un mismo punto de conexión (Figura 8.13).

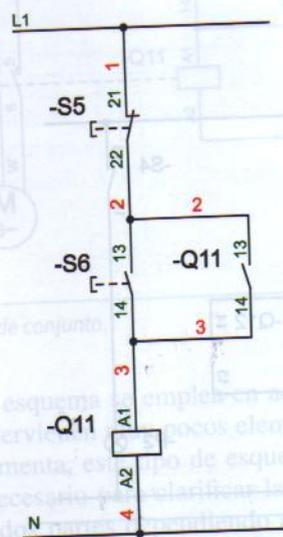


Figura 8.13. Numeración por conexión.

Una unión de cables se puede representar de varias formas de conexión (Figura 8.14). En este ejemplo tenemos tres puntos unidos por dos cables, pero no se sabe cómo ha realizado dicha unión, ¿A-B y A-C; o A-B y B-C; o A-C y B-C? Se puede indicar gráficamente la forma de realizar dicha unión simplemente girando el cable hacia la dirección correcta, como se indica en la Figura 8.15.

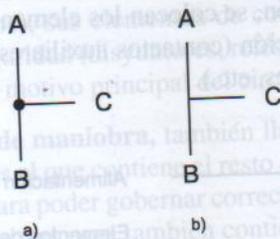


Figura 8.14. Uniones.

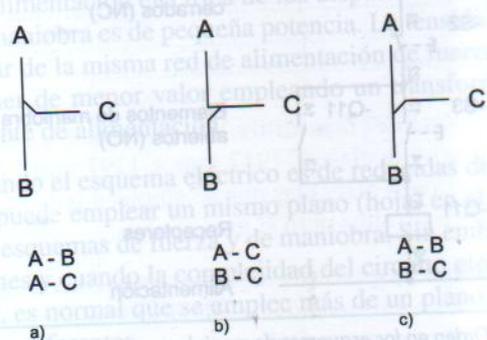


Figura 8.15. Uniones con dirección.

Una unión no solo se indica por un punto, sino que puede indicarse también la dirección del cable (Figura 8.16).

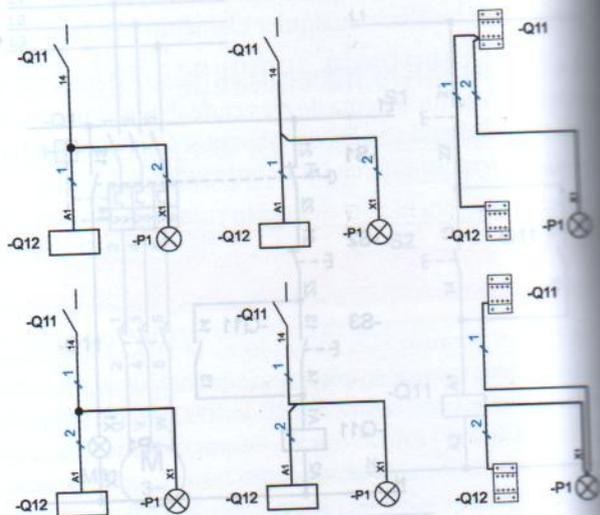


Figura 8.16. Uniones y su numeración de cables.

8.4. Numeración de conductores

A la hora de realizar el montaje y el mantenimiento de una instalación de automatismos eléctricos es importante el poder identificar correctamente y de una manera rápida los diferentes conductores que lo componen.

Existen varias técnicas de realizar esa numeración. La **numeración única de hilos** es más sencilla y consiste en asignar un número a cada conductor (Figura 8.12).

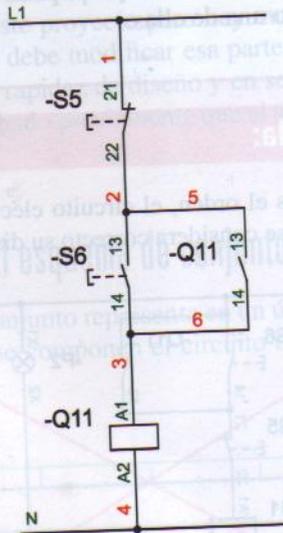


Figura 8.12. Numeración única de conductor.

Una simplificación de este método es la **numeración por potencial** que consiste en asignar el mismo número a los cables que concurren en un mismo punto de conexión (Figura 8.13).

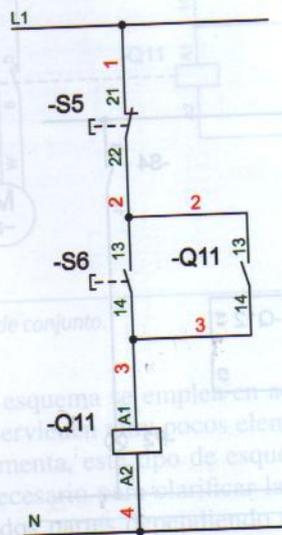


Figura 8.13. Numeración por conexión.

Una unión de cables se puede representar de varias formas de conexión (Figura 8.14). En este ejemplo tenemos tres puntos unidos por dos cables, pero no se sabe cómo se ha realizado dicha unión, ¿A-B y A-C; o A-B y B-C; o A-C y B-C? Se puede indicar gráficamente la forma de realizar dicha unión simplemente girando el cable hacia la dirección correcta, como se indica en la Figura 8.15.

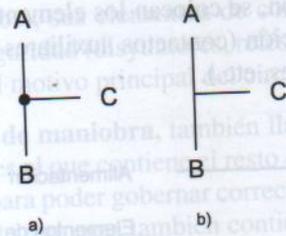


Figura 8.14. Uniones.

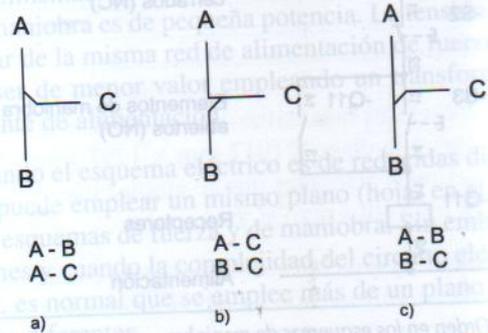


Figura 8.15. Uniones con dirección.

Una unión no solo se indica por un punto, sino que puede indicarse también la dirección del cable (Figura 8.16).

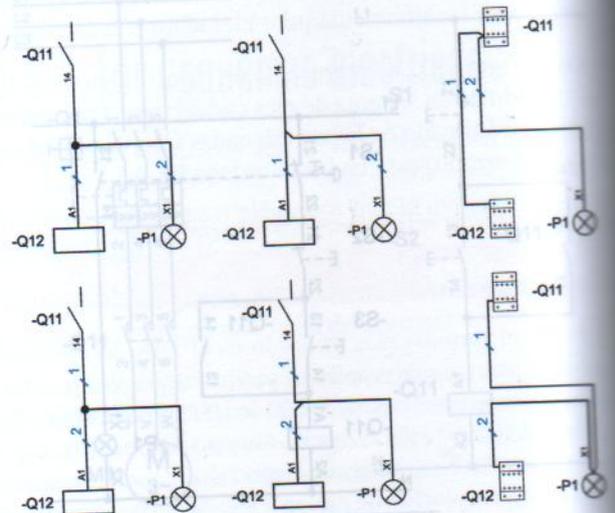


Figura 8.16. Uniones y su numeración de cables.

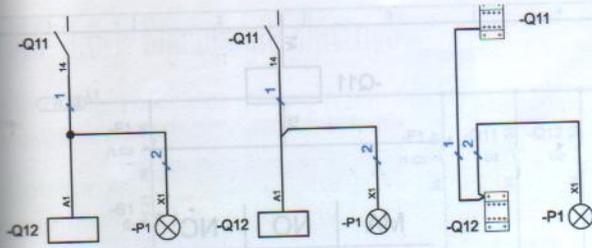


Figura 8.16. Uniones y su numeración de cables (continuación).

No existe una única forma de numerar. La numeración puede ser consecutiva o no. Y puede seguir un patrón, por ejemplo: «hoja . número de conductor», siendo 2.41 (hoja 2, conductor 41). Y puede emplear una serie de dígitos fijos: 02.041 (2 y 3 dígitos).

Físicamente, la numeración se realiza con una serie de anillas o etiquetas. Estas anillas pueden incorporar ya la numeración y permiten que se puedan colocar varias anillas para formar el número deseado o bien permiten añadir la numeración mediante una etiqueta que se imprime desde una impresora.

Esta numeración se aplica en los extremos de los conductores.



Figura 8.17. Numeración de conductores con anillas.

Existe otra forma de marcar los cables que consiste en indicar a dónde se conectará el conductor. Por ejemplo, en la Figura 8.18, ese extremo del conductor se conectará en el borne 13 del relé K1.

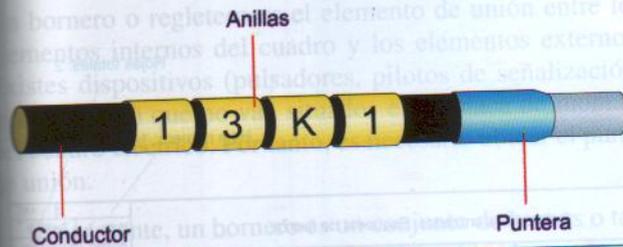


Figura 8.18. Numeración de conductores mediante destino.

El inconveniente de este sistema es que un conductor no posee un número, cada extremo tiene su etiqueta, siendo diferente en cada extremo. Pero la gran ventaja es que no es necesario tener a mano los esquemas para poder realizar el montaje o el mantenimiento.

Existe otro método que es una mezcla de ambos, es decir cada cable tiene su número, pero además se añade el destino, por ejemplo 3-1S2, que indica que el cable es el número 3 y que se conecta al borne 1 del pulsador S2.

► Recuerda:

Al realizar un montaje eléctrico, se deben numerar todos los extremos de los cables y añadir punteras. Para ello se pueden utilizar las anillas de numeración. Estas anillas ya vienen impresas con diferentes signos. Existen anillas según el diámetro del conductor.

8.5. Referencias cruzadas

Las referencias cruzadas es un método de localización de elementos dentro de un esquema o conjunto de esquemas eléctricos.

Un símbolo eléctrico se puede componer de varias partes y cada una de esas partes se puede colocar en diferentes lugares del plano. Por ejemplo, un contactor se compone de unos contactos de fuerza (que se colocarán en el esquema de fuerza) y de varios contactos auxiliares (que se colocarán según las necesidades, separados por el plano de maniobra). Para poder localizar todas estas partes, se recurre a las referencias cruzadas. Se denominan cruzadas porque cada parte indica dónde está situada la otra.

Existen dos formas de representar las referencias cruzadas:

- **En formato gráfico.** Las referencias cruzadas se indican debajo de las bobinas de los relés y contactores mediante el símbolo de los contactos junto con las coordenadas de situación.

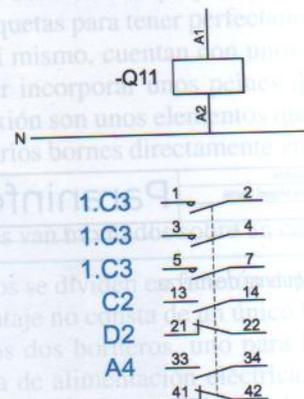


Figura 8.19. Referencias en formato gráfico.

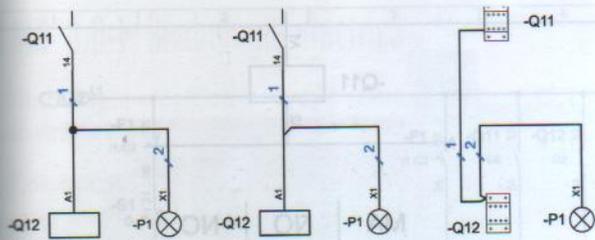


Figura 8.16. Uniones y su numeración de cables (continuación).

No existe una única forma de numerar. La numeración puede ser consecutiva o no. Y puede seguir un patrón, por ejemplo: «hoja . número de conductor», siendo 2.41 (hoja 2, conductor 41). Y puede emplear una serie de dígitos fijos: 02.041 (2 y 3 dígitos).

Físicamente, la numeración se realiza con una serie de anillas o etiquetas. Estas anillas pueden incorporar ya la numeración y permiten que se puedan colocar varias anillas para formar el número deseado o bien permiten añadir la numeración mediante una etiqueta que se imprime desde una impresora.

Esta numeración se aplica en los extremos de los conductores.



Figura 8.17. Numeración de conductores con anillas.

Existe otra forma de marcar los cables que consiste en indicar a dónde se conectará el conductor. Por ejemplo, en la Figura 8.18, ese extremo del conductor se conectará en el borne 13 del relé K1.



Figura 8.18. Numeración de conductores mediante destino.

El inconveniente de este sistema es que un conductor no posee un número, cada extremo tiene su etiqueta, siendo diferente en cada extremo. Pero la gran ventaja es que no es necesario tener a mano los esquemas para poder realizar el montaje o el mantenimiento.

Existe otro método que es una mezcla de ambos, es decir cada cable tiene su número, pero además se añade el destino, por ejemplo 3-1S2, que indica que el cable es el número 3 y que se conecta al borne 1 del pulsador S2.

Recuerda:

Al realizar un montaje eléctrico, se deben numerar todos los extremos de los cables y añadir punteras. Para ello se pueden utilizar las anillas de numeración. Estas anillas ya vienen impresas con diferentes signos. Existen anillas según el diámetro del conductor.

8.5. Referencias cruzadas

Las referencias cruzadas es un método de localización de elementos dentro de un esquema o conjunto de esquemas eléctricos.

Un símbolo eléctrico se puede componer de varias partes y cada una de esas partes se puede colocar en diferentes lugares del plano. Por ejemplo, un contactor se compone de unos contactos de fuerza (que se colocarán en el esquema de fuerza) y de varios contactos auxiliares (que se colocarán según las necesidades, separados por el plano de maniobra). Para poder localizar todas estas partes, se recurre a las referencias cruzadas. Se denominan cruzadas porque cada parte indica dónde está situada la otra.

Existen dos formas de representar las referencias cruzadas:

- **En formato gráfico.** Las referencias cruzadas se indican debajo de las bobinas de los relés y contactores mediante el símbolo de los contactos junto con las coordenadas de situación.

Además, los bornes están preparados para poder añadir una serie de etiquetas para tener perfectamente identificada cada borne. Así mismo, cuentan con unos puntos de conexión para poder incorporar los peines de conexión. Los peines de conexión son unos elementos que permiten la conexión entre varios bornes directamente en lugar de cablear.

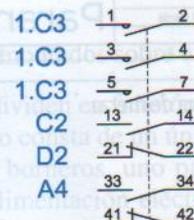


Figura 8.19. Referencias en formato gráfico.

- **En formato tabla.** Las referencias cruzadas se indican debajo de las bobinas de los relés y contactores mediante una tabla en la cual se indican los tipos de contactos (abiertos y cerrados) junto con las coordenadas de posición.

Al indicar las referencias cruzadas, tanto en formato gráfico como en formato tabla, se pueden indicar solamente los contactos empleados o bien indicar todos ellos. Los que no se emplean no tienen su correspondiente referencia cruzada.

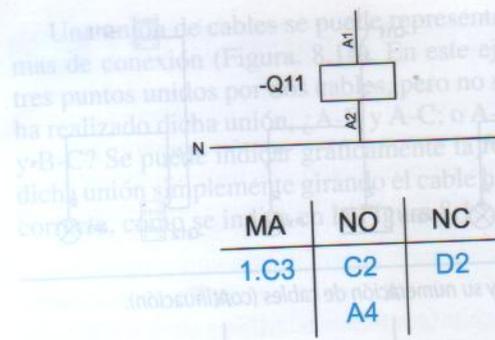


Figura 8.20. Referencias en formato tabla.

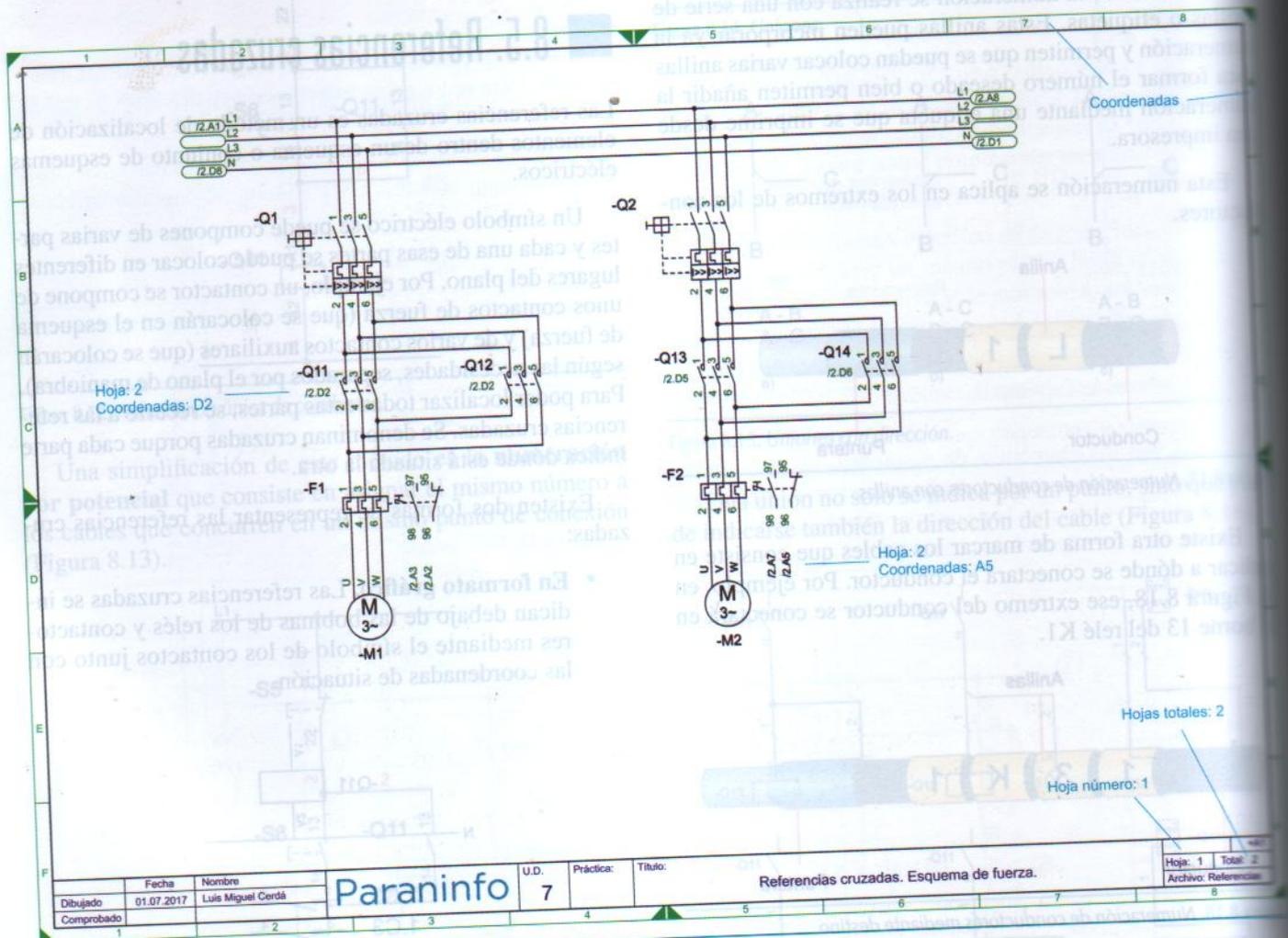


Figura 8.21. Hoja 1. Esquema de fuerza.

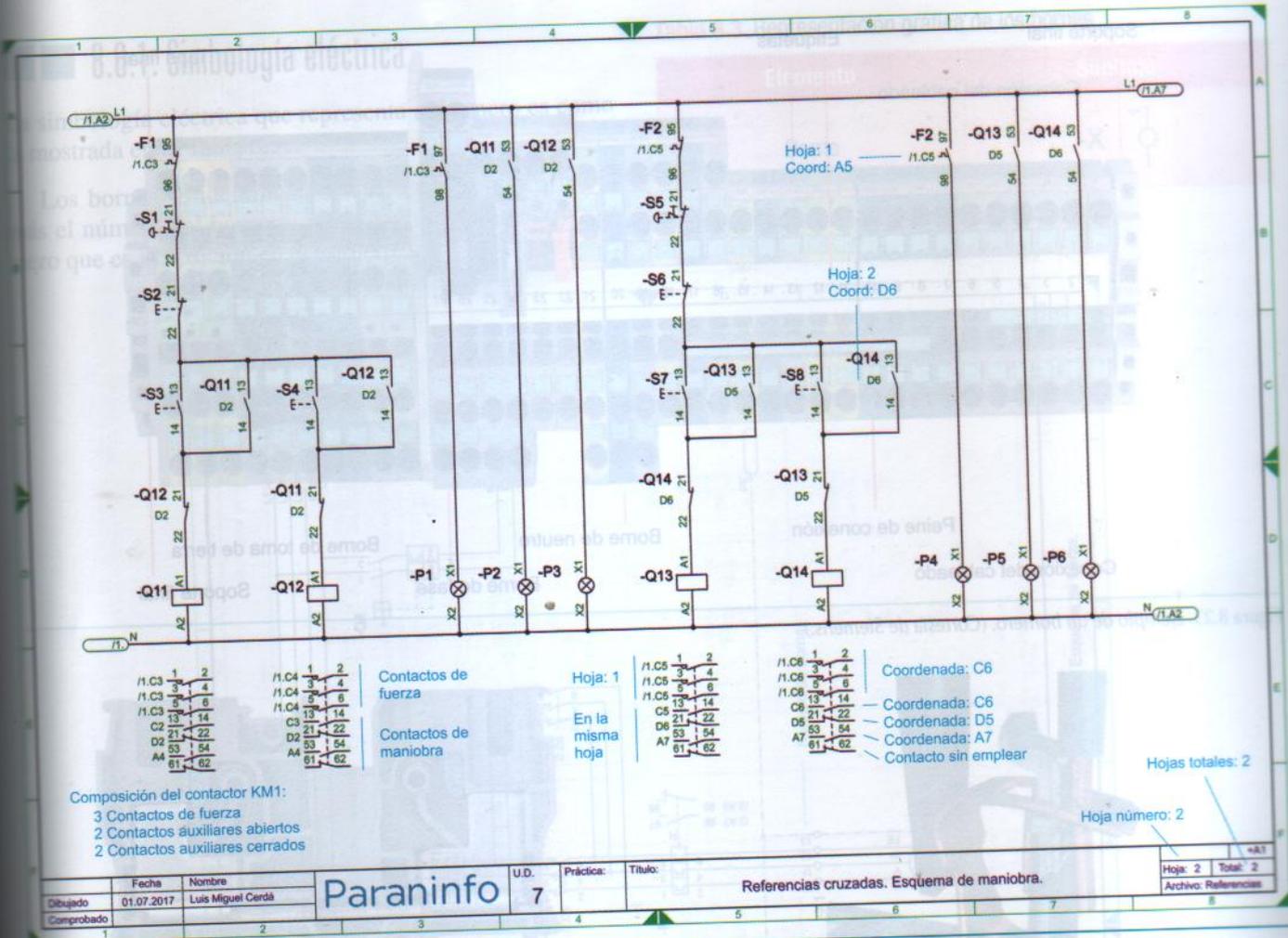


Figura 8.22. Hoja 2. Esquema de maniobra.

8.6. Bornero

Un bornero o regletero es el elemento de unión entre los elementos internos del cuadro y los elementos externos. Existen dispositivos (pulsadores, pilotos de señalización, motores, etc.) que no van situados en la placa de montaje del cuadro eléctrico. Por tanto, es necesario ubicar el punto de unión.

Físicamente, un bornero es un conjunto de bornes o terminales de conexión. La conexión del cableado puede ser con apriete a tornillo o a presión (Figura 8.24).

Existe una gran variedad de modelos tanto en la forma física como en los colores. Los colores van acorde al tipo de cableado: fase, neutro, toma de tierra, positivo, negativo. Los bornes, con el objeto de reducir su tamaño, por un lateral van abiertos, por lo que es necesario añadir una tapa

final que se encargue de aislar eléctricamente el último terminal de la fila (Figura 8.25).

Además, los bornes están preparados para poder añadir una serie de etiquetas para tener perfectamente identificado cada borne. Así mismo, cuentan con unos puntos de conexión para poder incorporar unos peines de conexión. Los peines de conexión son unos elementos que permiten la conexión entre varios bornes directamente en lugar de cablear (Figura 8.26).

Estos bornes van montados sobre un carril normalizado.

Los borneros se dividen en función del cometido, es decir que un montaje no consta de un único bornero. Se suele poner al menos dos borneros, uno para los elementos de fuerza (entrada de alimentación eléctrica, motores, etc.) y otro para los elementos de maniobra (pulsadores, pilotos de señalización, etc.).

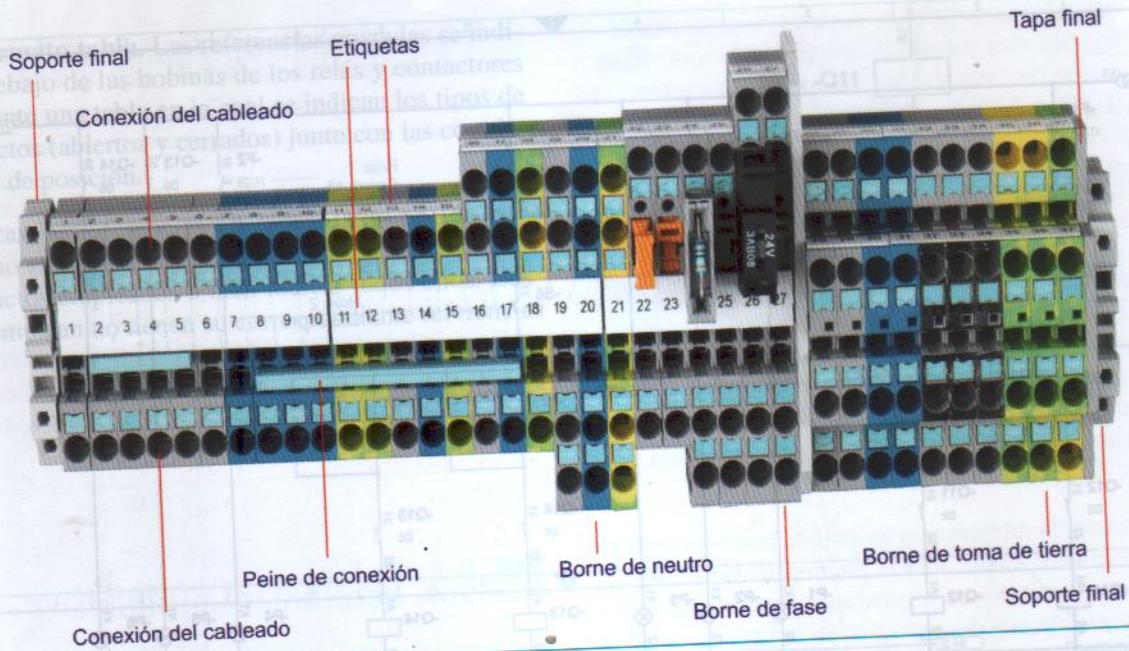


Figura 8.23. Ejemplo de un bornero. (Cortesía de Siemens.)

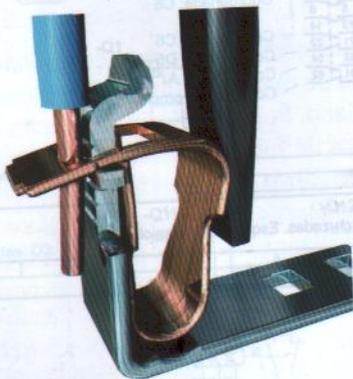


Figura 8.24. Conexión a presión. (Cortesía de Siemens.)

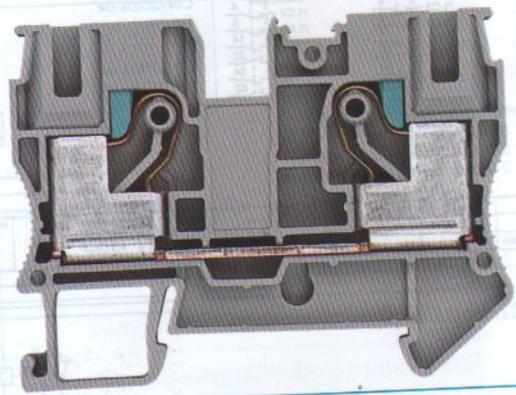


Figura 8.25. Borne (vista lateral). (Cortesía de Siemens.)

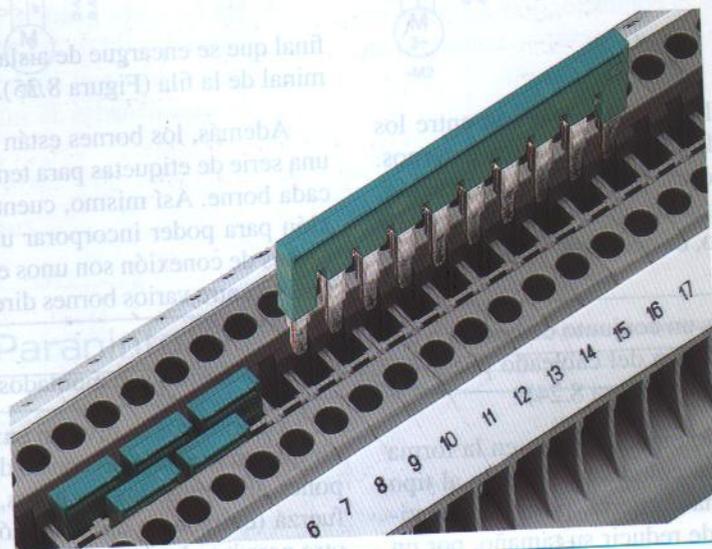


Figura 8.26. Conexión de peines. (Cortesía de Siemens.)

8.6.1. Simbología eléctrica

La simbología eléctrica que representa al bornero es como la mostrada en la Tabla 8.3.

Los bornes se identifican con la letra identificativa X más el número del bornero, junto a ella se añade otro número que es la posición en el bornero.

Tabla 8.3. Representación gráfica de los bornes

Elemento	Símbolo
Borne	-X 

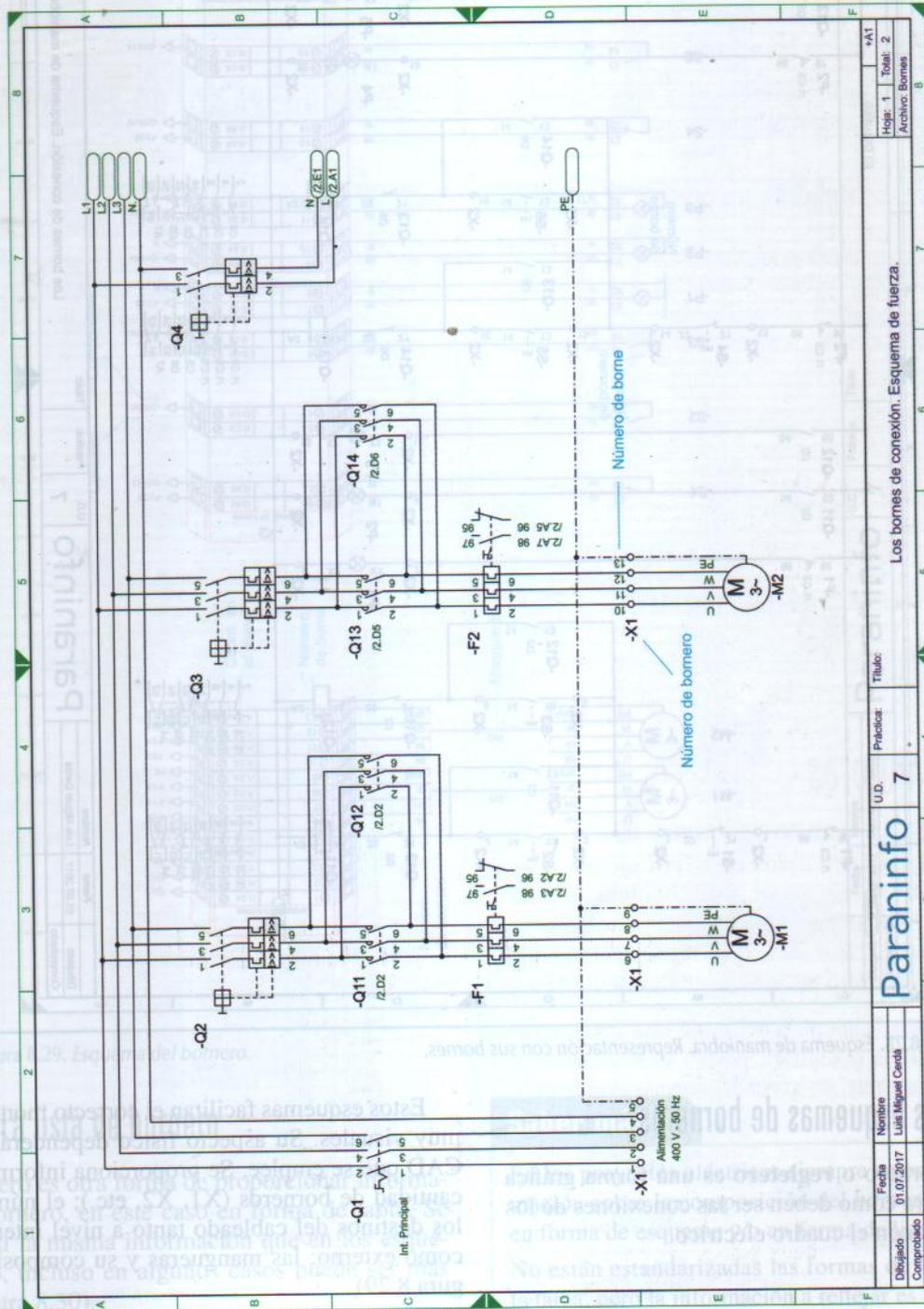


Figura 8.27. Esquema de fuerza. Representación con sus bornes.

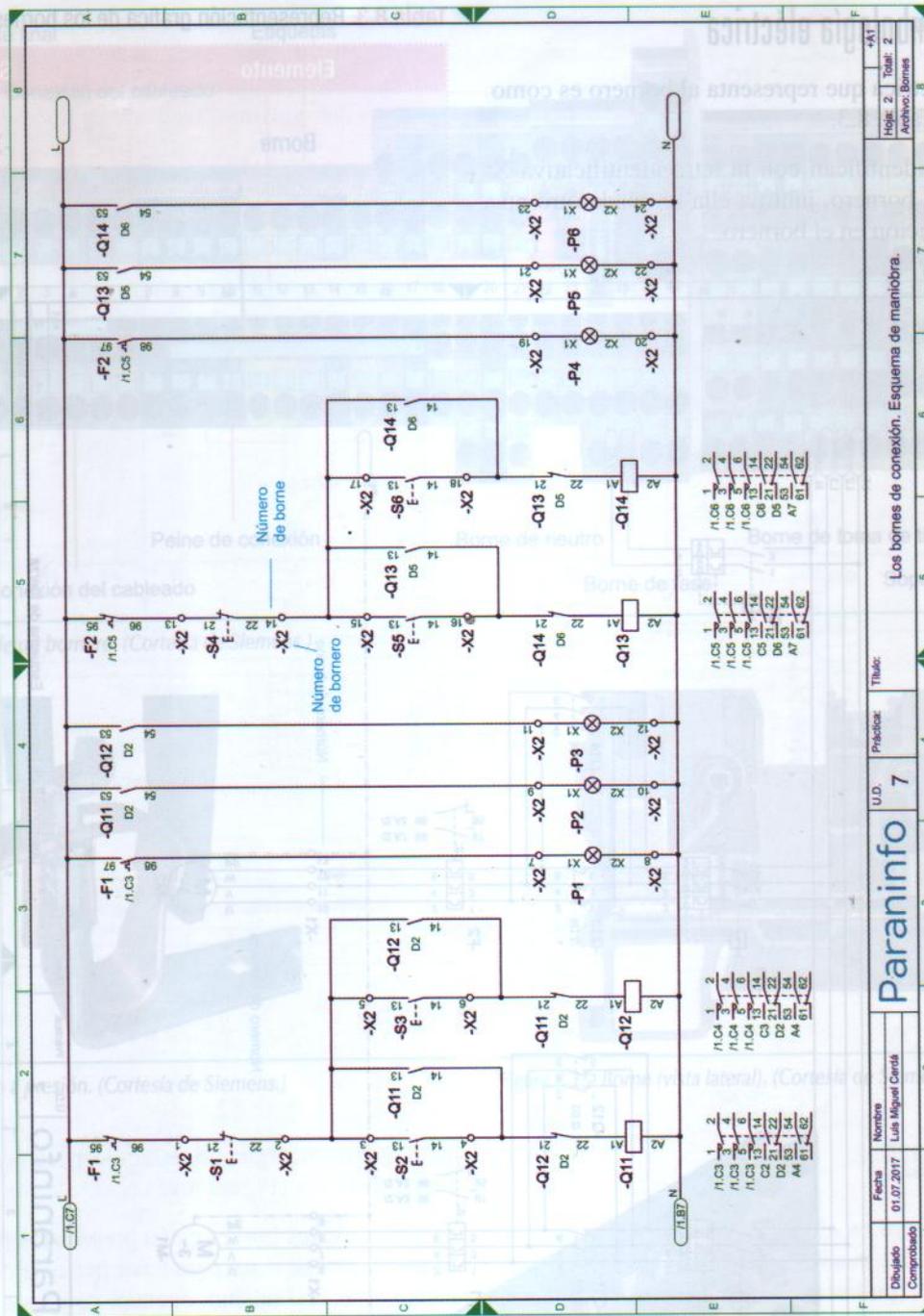


Figura 8.28. Esquema de maniobra. Representación con sus bornes.

8.6.2. Los esquemas de borneros

El esquema del bornero o **regletero** es una forma gráfica en la cual se muestra cómo deben ser las conexiones de los elementos externos con el cuadro eléctrico.

Estos esquemas facilitan el correcto montaje ya que son muy visuales. Su aspecto físico dependerá del programa CAD que se emplee. Se proporciona información sobre la cantidad de borneros (X1, X2, etc.); el número de bornes; los destinos del cableado tanto a nivel interno del cuadro como externo; las mangueras y su composición; etc. (Figura 8.29).

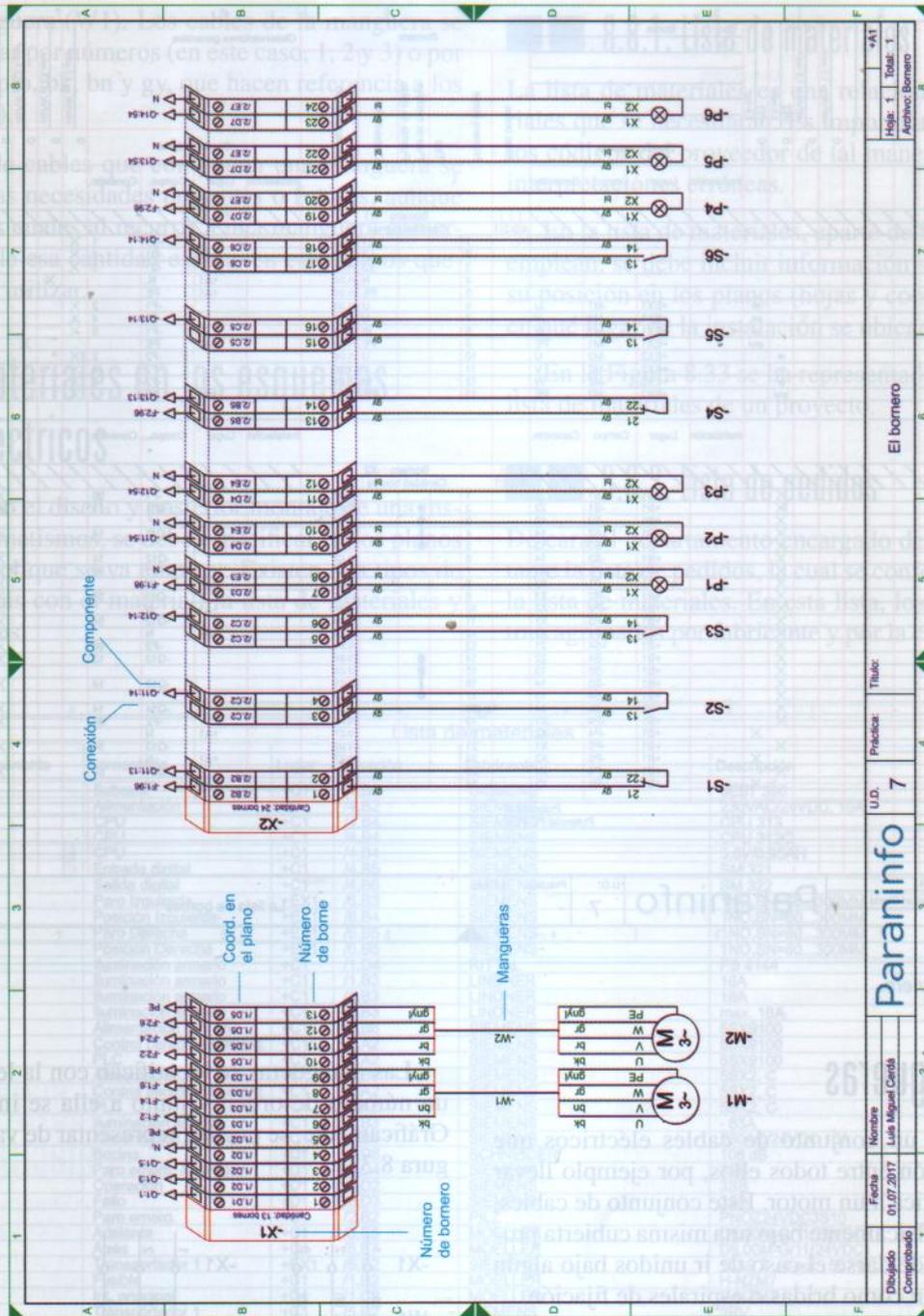


Figura 8.29. Esquema del bornero.

8.6.3. La lista de bornero

La lista de bornero es otra forma de proporcionar información sobre el bornero, en este caso en forma de tabla. Se proporciona casi la misma información que en los esquemas de bornero, incluso en algunos casos puede ser más exhaustiva (Figura 8.30).

Saber más

En los proyectos eléctricos siempre se proporciona información sobre la composición del bornero, que puede ser en forma de esquema y/o en forma de lista.

No están estandarizadas las formas de llevar a cabo esta tarea, pero la información a reflejar es la explicada y es decisión del proyectista eléctrico el cómo plasmarla.

1		2		3		4		5		6		7		8	
Máng. externas		Máng. internas		Tipo Borne		Bomero		Observaciones generales		Destino interno		Destino externo		Cantidad cables libres	
Cantidad cables libres		Máng. internas		Tipo Borne		Bomero		Observaciones generales		Destino interno		Destino externo		Cantidad cables libres	
Comentario componente		Máng. internas		Tipo Borne		Bomero		Observaciones generales		Destino interno		Destino externo		Cantidad cables libres	
Comentario componente		Máng. internas		Tipo Borne		Bomero		Observaciones generales		Destino interno		Destino externo		Cantidad cables libres	
Bomero - X1															
Cantidad bomes : 13															
1 L1 / I.D1															
2 L2 / I.D2															
3 L3 / I.D2															
4 N / I.D2															
5 PE / I.D2															
6 U / I.D3															
7 V / I.D3															
8 W / I.D3															
9 PE / I.D3															
10 U / I.D5															
11 V / I.D5															
12 W / I.D5															
13 PE / I.D5															
Bomero - X2															
Cantidad bomes : 24															
1 / Z.B2															
2 / Z.B2															
3 / Z.C2															
4 / Z.C2															
5 / Z.C2															
6 / Z.C2															
7 / Z.D3															
8 / Z.E3															
9 / Z.D4															
10 / Z.E4															
11 / Z.D4															
12 / Z.E4															
13 / Z.B5															
14 / Z.B5															
15 / Z.C5															
16 / Z.C5															
17 / Z.C5															
18 / Z.C6															
19 / Z.C6															
20 / Z.D7															
21 / Z.E7															
22 / Z.D7															
23 / Z.E7															
24 / Z.E7															
Potencial N															
Potencial PE-PEN															
Fecha		Nombre		U.D.		Práctica:		Título:		Hoja: 1		Total:		Archivo: Lista bomes	
Dibujado		Comprobado		Paraninfo		7		La lista de bomes		1		1		Lista bomes	

Figura 8.30. Lista del bomero.

8.7. Mangueras

Una manguera es un conjunto de cables eléctricos que guardan una relación entre todos ellos, por ejemplo llevar alimentación eléctrica a un motor. Este conjunto de cables, normalmente, van físicamente bajo una misma cubierta protectora aunque puede darse el caso de ir unidos bajo algún elemento de fijación como bridas o espirales de fijación.

El marcado para la identificación de una manguera se realiza sobre la propia manguera, pero a su vez también se debe identificar cada uno de los cables que la componen.



Figura 8.31. Etiquetaje de manguera.

Las mangueras se identifican con la letra W seguida de un número de orden y junto a ella se indican los cables. Gráficamente, se pueden representar de varias maneras (Figura 8.32).

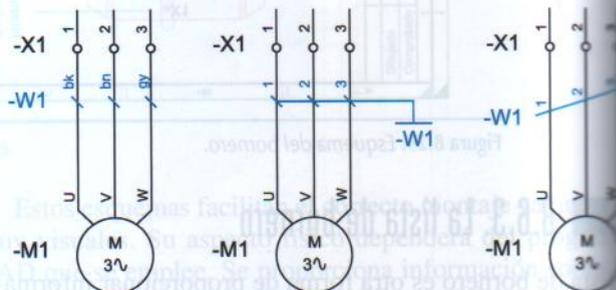


Figura 8.32. Ejemplos de representación de mangueras.

En la Figura 8.32 se han representado las diferentes formas de señalar una manguera. En este ejemplo se ha conectado un motor trifásico (M1) a un bomero (X1).

dante una manguera (W1). Los cables de la manguera se pueden identificar por números (en este caso, 1, 2 y 3) o por letras (por ejemplo, bk, bn y gy, que hacen referencia a los colores de estos).

El número de cables que componen una manguera se debe ajustar a las necesidades presentes o futuras, aunque hay casos en los cuales al recurrir a una manguera comercial no existen de esa cantidad exacta, en estos casos quedarán cables sin utilizar.

8.8. Materiales en los esquemas eléctricos

Para llevar a cabo el diseño y posterior montaje de una instalación de automatismos, se debe especificar en los planos qué material es el que se va emplear. Existen dos tipos de listas relacionadas con el material: la lista de materiales y la lista de pedidos.

8.8.1. Lista de materiales

La lista de materiales es una relación de todos los materiales que se necesitarán. Es importante que se detalle con los códigos del proveedor de tal manera que no dé lugar a interpretaciones erróneas.

En la lista de materiales, aparte de los materiales que se emplean, se debe incluir información sobre cómo localizar su posición en los planos (hojas y coordenadas), así como en qué lugar de la instalación se ubicarán (datos de lugar).

En la Figura 8.33 se ha representado un ejemplo de una lista de materiales de un proyecto.

8.8.2. Lista de pedidos

De cara al departamento encargado de compras, es importante la lista de pedidos, la cual se confecciona partiendo de la lista de materiales. En esta lista, los pedidos se encuentran agrupados por fabricante y por la cantidad necesaria de

Lista de materiales							
Nº	Componente	Comentario	Lugar	Situación	Fabricante	Descripción	Artículo
1	-A1	Subrack	+C1	/4.B2	SIEMENS	6ES7 390	SIE 390-001
2	-A2	Alimentación	+C1	/4.B2	SIEMENS	230VAC/24VDC, 10A	SIE 307-001
3	-A3	CPU	+C1	/4.B4	SIEMENS	CPU 313	SIE 313-001
4	-A3	CPU	+C1	/4.B4	SIEMENS	CPU 312C	SIE.398-001
5	-A3	CPU	+C1	/4.B4	SIEMENS	3,6V/0,95AH	SIE.971-002
6	-A4	Entrada digital	+C1	/4.B5	SIEMENS	SM 321	SIE 321-001
7	-A5	Salida digital	+C1	/4.B6	SIEMENS	SM 322	SIE 322-001
8	-B1	Paro Izquierda	+EX1	/6.B3	SIEMENS	1NO.SN=60...300MM	SIE SONAR-001
9	-B2	Posición Izquierda	+EX1	/6.B4	SIEMENS	1NO.SN=60...300MM	SIE SONAR-001
10	-B3	Paro Derecha	+EX1	/6.B5	SIEMENS	1NO.SN=60...300MM	SIE SONAR-001
11	-B4	Posición Derecha	+EX1	/6.B5	SIEMENS	1NO.SN=60...300MM	SIE SONAR-001
12	-E1	Iluminación armario	+C1	/1.D4	RITTAL	PS 4144	RIT PS41-001
13	-F1	Iluminación armario	+C1	/1.B3	LINDNER	16A	LIN.16A-001
14	-F1	Iluminación armario	+C1	/1.B3	LINDNER	16A	LIN.16A-002
15	-F1	Iluminación armario	+C1	/1.B3	LINDNER	max. 16A	LIN.16A-003
16	-F2	Alimentación 24V DC	+C1	/1.B6	SIEMENS	5SX9100	SIE.5SX9-001
17	-F3	Control parada de emerg.	+C1	/2.A2	SIEMENS	5SX9100	SIE.5SX9-001
18	-F4	PLC	+C1	/4.A2	SIEMENS	5SX9100	SIE.5SX9-001
19	-F2	Alimentación 24V DC	+C1	/1.B6	SIEMENS	5SX2_C	SIE 5SX2-002
20	-F3	Control parada de emerg.	+C1	/2.A2	SIEMENS	5SX2_C	SIE 5SX2-002
21	-F4	PLC	+C1	/4.A2	SIEMENS	5SX2_C	SIE 5SX2-002
22	-F1	Iluminación armario	+C1	/1.B3	SIEMENS	- 63A	SIE NEOZD-001
23	-G1	Alimentación 24V DC	+C1	/1.B6	SIEMENS	230AC/24VDC 10A	SIE 230AC-001
24	-P4	Bocina	+D1	/3.D6	SCHNEIDER	106 dB	SDR 106DB-001
25	-P1	Paro emerg. Activado	+D1	/2.D4	SIEMENS	3SB	SIE 3SB-003
26	-P2	Operación	+D1	/3.D2	SIEMENS	3SB	SIE 3SB-002
27	-P3	Fallo	+D1	/3.D3	SIEMENS	3SB	SIE 3SB-001
28	-K1	Paro emerg.	+C1	/2.B2	PILZ	PNOZ24VDC3S10	PIL PNOZ-001
29	-K2	Adelante	+C1	/5.E5	MOELLER	DIL00M-G/11(24VDC)	MOE DIL00-001
30	-K3	Atrás	+C1	/5.E7	MOELLER	DIL00M-G/11(24VDC)	MOE DIL00-001
31	-M1	Transportador 1	+EX1	/5.E2	SIEMENS	1LA9 2-, 4-pol - 50 Hz	SIE 1LA9-002
32	-Q1	Fusible	+C1	/1.B2	MOELLER	H-NZM7	MOE HNZM7-001
33	-Q2	Int. principal	+D1	/1.C2	MOELLER	H-NZM7	MOE HNZM7-001
34	-Q3	Transportador 1	+C1	/5.B2	SIEMENS	3RV	SIE.3RV-001
35	-Q1	Fusible	+C1	/1.B2	MOELLER	PKZ2/ZM-25	MOE PKZ2-001
36	-Q3	Transportador 1	+C1	/5.B2	SIEMENS	S00	SIE QS00-005
37	-Q2	Int. principal	+D1	/1.C2	MOELLER	NZM7-125N-M	MOE NZM7-001
38	-S2	Liberar Paro emerg.	+D1	/2.D3	SIEMENS	22mm	SIE S22MM-003
39	-S3	Paro emerg. Armario	+D1	/2.A5	SIEMENS	22mm	SIE S22MM-005
40	-S4	Marcha	+D1	/3.B2	SIEMENS	22mm	SIE S22MM-006
41	-S5	Confirmación	+D1	/3.B3	SIEMENS	22mm	SIE S22MM-003
42	-S6	Paro	+D1	/3.B5	SIEMENS	22mm	SIE S22MM-008
43	-S7	Paro bocina	+D1	/3.B6	SIEMENS	22mm	SIE S22MM-001
44	-S1	Final de carrera puerta	+C1	/1.C3	RITTAL	PS 4127	RIT PS41-002

Notas:

Dibujado	Fecha	Nombre	U.D.	Práctica:	Título:	Hoja: 1	Total: 1
Comprobado	01.07.2017	Luis Miguel Cerdá	7		La lista de materiales		Archivo: Lista materiales

Figura 8.33. Ejemplo de lista de materiales de un proyecto.

Lista de pedido de materiales									
Nº	Cant.	Artículo	Id.	Descripción	Tipo	Fabricante	Precio	Precio €	
12	1	SIE.398-001	A	S7 300	CPU 312C	SIEMENS			
13	1	SIE.971-002	A	S7 300	3,6V/0,95AH	SIEMENS			
14	1	SIE.307-001	A	S7 300	230VAC/24VDC, 10A	SIEMENS			
15	1	SIE.313-001	A	S7 300	CPU 313	SIEMENS			
16	1	SIE.321-001	A	S7 300	SM 321	SIEMENS			
17	1	SIE.322-001	A	S7 300	SM 322	SIEMENS			
18	1	SIE.390-001	A	S7 300	6ES7 390	SIEMENS			
19	4	SIE.SONAR-001	B	sensor	1NO,SN=60...300MM	SIEMENS			
20	3	SIE.5SX9-001	F	Auxiliary Switch Block	5SX9100	SIEMENS			
21	3	SIE.5SX2-002	F	Si.-Automatic Type C, 1pin, Aux.SwiBox	5SX2, C	SIEMENS			
22	1	SIE.NEOZD-001	F	1pole NEOZED built-in fuse base	- 63A	SIEMENS			
23	1	SIE.230AC-001	G	Power Supply	230AC/24VDC 10A	SIEMENS			
24	1	SIE.3SB-001	P	Indicator Light 24V	3SB	SIEMENS			
25	1	SIE.3SB-002	P	Indicator Light 24V	3SB	SIEMENS			
26	1	SIE.3SB-003	P	Indicator Light 24V	3SB	SIEMENS			
27	1	SIE.1LA9-002	M	LOW-VOLTG. SQUIRREL-CAGE MOTOR	1LA9 2-, 4-pol - 50 Hz	SIEMENS			
28	1	SIE.3RV-001	Q	Auxiliary Contact	3RV	SIEMENS			
29	1	SIE.QS00-005	Q	Motor Protection switch	S00	SIEMENS			
30	1	SIE.S22MM-001	S	Pushbutton	22mm	SIEMENS			
31	2	SIE.S22MM-003	S	Key-operated Switch	22mm	SIEMENS			
32	1	SIE.S22MM-005	S	Emergency Pushbutton	22mm	SIEMENS			
33	1	SIE.S22MM-006	S	Pushbutton	22mm	SIEMENS			
34	1	SIE.S22MM-008	S	Pushbutton	22mm	SIEMENS			
Notas:							Subtotal	0.00	0.00 €
							Total	0.00	0.00 €
Dibujado	Fecha	Nombre	U.D.	Práctica	Título:		Hoja: 1	Total: 1	
Comprobado	01.07.2017	Luis Miguel Cerdá	7		La lista de pedido		Archivo: Lista pedido		

Figura 8.34. Ejemplo de lista de pedidos de un proyecto para un proveedor.

cada uno de ellos. En la Figura 8.34 se muestra un ejemplo de una lista de pedidos de un proyecto para un proveedor.

Esta lista no solo es necesaria para realizar el aprovisionamiento de materiales, sino que sirve de punto de partida para realizar los presupuestos que se presentarán al cliente.

8.9. Plano de mecanizado

El plano de mecanizado, que consta de esquemas acotados y realizados a escala, se emplea para mecanizar los elementos fijos que intervienen en la instalación. Serán objeto de mecanizado tanto la placa de montaje para fijar las canaleras y los carriles como el armario eléctrico. Normalmente, en el armario se mecanizará la tapa para ubicar la pulsantaría así como los elementos de señalización y las pantallas de diálogo (HMI). También se suele mecanizar (en función de las necesidades) un lateral para ubicar las rejillas de ventilación y las tapas para incorporar los prensaestopas que facilitan la entrada y salida de cableado.

8.10. Distribución de materiales en el armario eléctrico

En los proyectos de automatismos eléctricos, existe otro tipo de plano que se corresponde con la distribución de los materiales en el armario eléctrico. Es importante que desde la oficina técnica se especifique cómo será esta distribución para que el técnico encargado del montaje tenga bien claro cómo debe realizarlo.

Este plano no solo es importante en la fase de montaje, sino que también es importante de cara al mantenimiento. Es decisivo en la solución de problemas eléctricos la rapidez, y parte de ella consiste en localizar eficientemente algún elemento en concreto.

En la Figura 8.35 se muestra un ejemplo de una distribución en un armario de un proyecto.

Básicamente, un proyecto eléctrico se compone de los siguientes planos o esquemas:

- **Portada.** Indica principalmente el cliente, el título, la fecha, etcétera.
- **Índice.** Es una relación de los planos que se incluyen en el proyecto.
- **Esquemas eléctricos.** Todos los esquemas eléctricos. En función de su complejidad, la cantidad de planos puede ser considerable. Los planos se suelen dividir en funciones.
- **Bornero.** Relación de los borneros existentes con su información respecto a cómo se debe llevar a cabo la conexión de cada dispositivo externo al cuadro eléctrico.
- **Lista de bornes.** Es complementaria a la anterior.
- **Mangueras.** Relación de cada una de las mangueras empleadas. Tipo de manguera, número de cables, identificación, longitud, etcétera.
- **Lista de materiales.** Relación de todo el material empleado.
- **Lista de pedidos.** Relación del material empleado, pero agrupado por proveedor con el fin de facilitar su provisión.
- **Anexos.** Hojas técnicas de los materiales empleados, etcétera.

Salvo los anexos, todas estas partes se pueden realizar con la ayuda de los programas informáticos de diseño eléctrico. No obstante, algunos de ellos también pueden incorporar información externa (como hojas técnicas) dentro de ellos mismos.

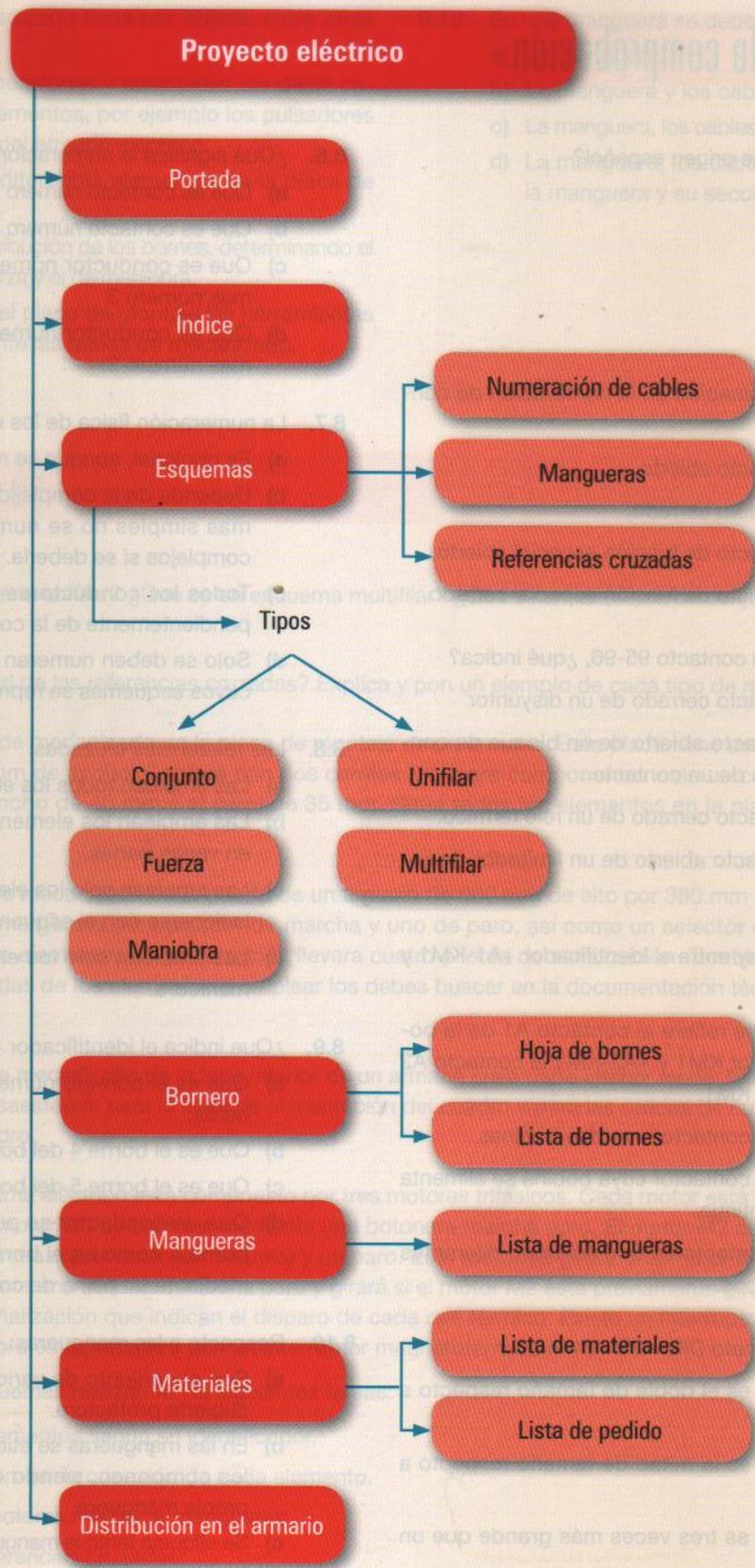
8.12. Software de diseño eléctrico

Actualmente, existen en el mercado varias soluciones de software asistido por ordenador para el diseño de circuitos de automatismos eléctricos, realizando todos los aspectos importantes de un proyecto eléctrico, facilitando así el trabajo a realizar.

Entre los programas más importantes a nivel profesional se encuentran: Elcad, Eplan, Electwoks, See Electrical, Autocad Electrical, etcétera.

Estos programas de diseño avanzados disponen de una serie de ventajas tales como:

- Biblioteca de símbolos normalizados.
- Rápido diseño arrastrando y soltando los símbolos sobre el plano.
- Numeración de cableado automática.
- Creación de referencias cruzadas.
- Soporte de datos de los proveedores.
- Enlace con bases de datos.
- Generación de borneros.
- Generación de esquemas de mangueras.
- Distribución de materiales en el armario.
- Listados: materiales, pedidos, etcétera.
- Detección de errores.
- Generación de la documentación del proyecto eléctrico.



léctrico

soluciones de
ño de circuitos
os los aspectos
ando así el tra-

nivel profesio-
See Electrical,

sponen de una

los símbolos

proyecto eléc-

Actividades de comprobación

- 8.1.** ¿Qué normas son de origen español?
- UNE.
 - DIN.
 - ANSI.
 - ISO.
- 8.2.** ¿Qué indica la terminación en la numeración de contactos 1-2?
- Que es un contacto abierto.
 - Que es un contacto cerrado.
 - Que es un contacto de función especial abierto.
 - Que es un contacto de función especial cerrado.
- 8.3.** Una numeración de contacto 95-96, ¿qué indica?
- Que es un contacto cerrado de un disyuntor.
 - Que es un contacto abierto de un bloque de contactos auxiliares de un contactor.
 - Que es un contacto cerrado de un relé térmico.
 - Que es un contacto abierto de un limitador de sobretensiones.
- 8.4.** ¿Qué diferencias hay entre el identificador +A1-KM1 y +A2-KM1?
- Que +A1-KM1 se refiere al contacto A1 de la bobina del contactor KM1 y +A2-KM1 al contacto A2 de la bobina de KM1.
 - Que KM1 es un contactor con dos bobinas.
 - Que KM1 es un contactor cuya bobina se alimenta en corriente continua.
 - Que son dos contactores que están en diferentes armarios eléctricos.
- 8.5.** ¿Qué indica un formato DIN-A3?
- Que el formato es el doble de tamaño respecto a un DIN-A4.
 - Que el formato es la mitad de tamaño respecto a un DIN-A4.
 - Que el formato es tres veces más grande que un A0.
 - Que el formato es tres veces más grande que un A1.
- 8.6.** ¿Qué significa la numeración de conductores 2.3?
- Que es contacto número 2 del conductor número 3.
 - Que es contacto número 3 del conductor número 2.
 - Que es conductor número 2 de la hoja de esquemas número 3.
 - Que es conductor número 3 de la hoja de esquemas número 2.
- 8.7.** La numeración física de los conductores:
- Es opcional, aunque se recomienda su uso.
 - Depende de la complejidad del circuito. En esquemas simples no se numeran pero en esquemas complejos sí se debería.
 - Todos los conductores se deben numerar, independientemente de la complejidad del circuito.
 - Solo se deben numerar los circuitos de maniobra cuyos esquemas se representen en varias hojas.
- 8.8.** Las referencias cruzadas:
- Las emplean todos los elementos.
 - Las emplean los elementos que se descomponen en varias partes.
 - Las emplean solo los elementos de fuerza para relacionarse con el esquema de maniobra.
 - Las emplean solo los elementos del esquema de maniobra.
- 8.9.** ¿Qué indica el identificador -X4-5?
- Que es el bornero número 4 de un total de 5 borneros.
 - Que es el borne 4 del bornero número 5.
 - Que es el borne 5 del bornero número 4.
 - Que un conductor se puede conectar tanto en el borne 4 como en el borne 5, ya que están unidos mediante un peine de conexión.
- 8.10.** Respecto a las mangueras:
- Son el conjunto de varios cables bajo una misma cubierta protectora.
 - En las mangueras se etiquetan solo los cables que las componen, siendo opcional el marcaje de la propia manguera.
 - Se etiqueta tanto la manguera como los conductores.
 - Solo se debe etiquetar en la manguera que los diferentes cables son identificables por el color de su aislamiento.

- 8.11.** El plano de mecanizado tiene por objeto, entre otras tareas:
- Definir las dimensiones y posiciones donde se colocarán los elementos, por ejemplo los pulsadores en el exterior del armario eléctrico.
 - Distribuir los diferentes elementos en la placa de montaje.
 - Realizar la distribución de los bornes, determinando el bornero de fuerza y el de maniobra.
 - Indicar sobre el plano de montaje las herramientas a utilizar durante las tareas de mecanizado.
- 8.12.** En una manguera se debe identificar físicamente:
- La manguera.
 - La manguera y los cables.
 - La manguera, los cables y su sección.
 - La manguera, los cables, el color de los cables de la manguera y su sección.

■ Actividades de aplicación

- 8.13.** ¿Qué es un esquema unifilar? ¿Qué es un esquema multifilar? ¿Qué es un esquema de conjunto? ¿En qué casos se emplea cada uno?
- 8.14.** ¿Cuál es la utilidad de las referencias cruzadas? Explica y pon un ejemplo de cada tipo de referencia cruzada.
- 8.15.** Realiza un plano de mecanizado de la placa de montaje de un armario. Esta placa tiene unas dimensiones de 570 mm de alto por 334 mm de ancho. Contará con dos carriles DIN para componentes más un carril para el bornero. La canaleta tiene un ancho de 40 mm y el carril de 35 mm. Sitúa todos los elementos en la placa de montaje con sus dimensiones.
- 8.16.** Realiza el plano de mecanizado de la puerta de un armario de 600 mm de alto por 380 mm de ancho. Este contará con un pulsador de emergencia, un pulsador de marcha y uno de paro, así como un selector de funcionamiento manual/automático. Como elementos de señalización llevará cuatro pilotos de señalización. También contará con tres amperímetros. Las medidas de los elementos a emplear los debes buscar en la documentación técnica de catálogos de fabricantes.
- 8.17.** Realiza el plano de mecanizado de la tapa inferior de un armario cuya parte inferior es de 380 mm x 210 mm. Es necesario situar los prensaestopas para la línea de alimentación del cuadro y para las salidas de cuatro motores que se conectarán a dicho cuadro.
- 8.18.** El siguiente esquema eléctrico está compuesto por tres motores trifásicos. Cada motor está protegido mediante fusibles y relé térmico. El motor M1 se controla mediante una botonera marcha paro. El motor M2 se controla mediante una botonera de dos marchas (activación simultánea) y un paro. Este motor se girará si el motor M1 está parado. El motor M3 se controla mediante una botonera marcha paro y girará si el motor M2 está previamente girando. El sistema cuenta con tres pilotos de señalización que indican el disparo de cada relé térmico. Existe un interruptor general para el cuadro. El circuito de maniobra está protegido con un interruptor magnetotérmico F+N.
- Completa los esquemas realizando las siguientes tareas:
- Numera los elementos según su identificador.
 - Numera los bornes de conexión de cada elemento.
 - Conecta los motores mediante mangueras.
 - Realiza las referencias cruzadas.
 - Coloca los bornes para los elementos que van fuera del cuadro eléctrico y realiza el bornero y la lista de bornes.
 - Numera los conductores para los esquemas de fuerza y maniobra.

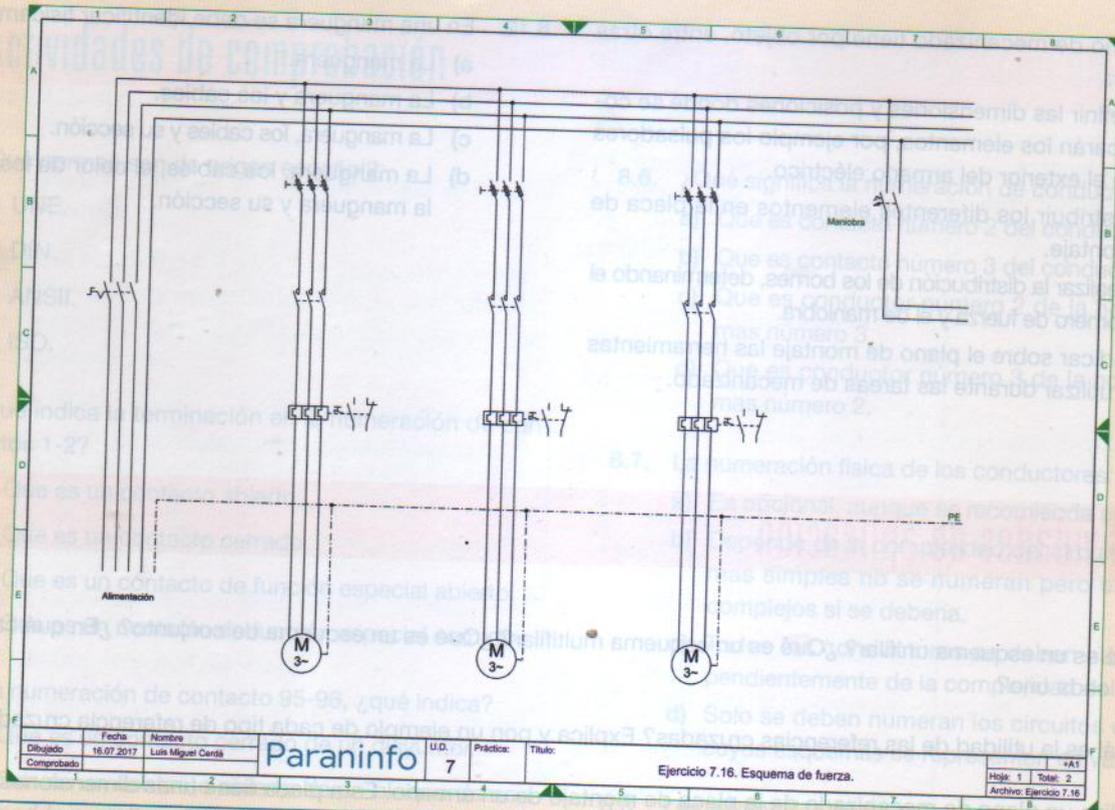


Figura 8.36. Esquema de fuerza.

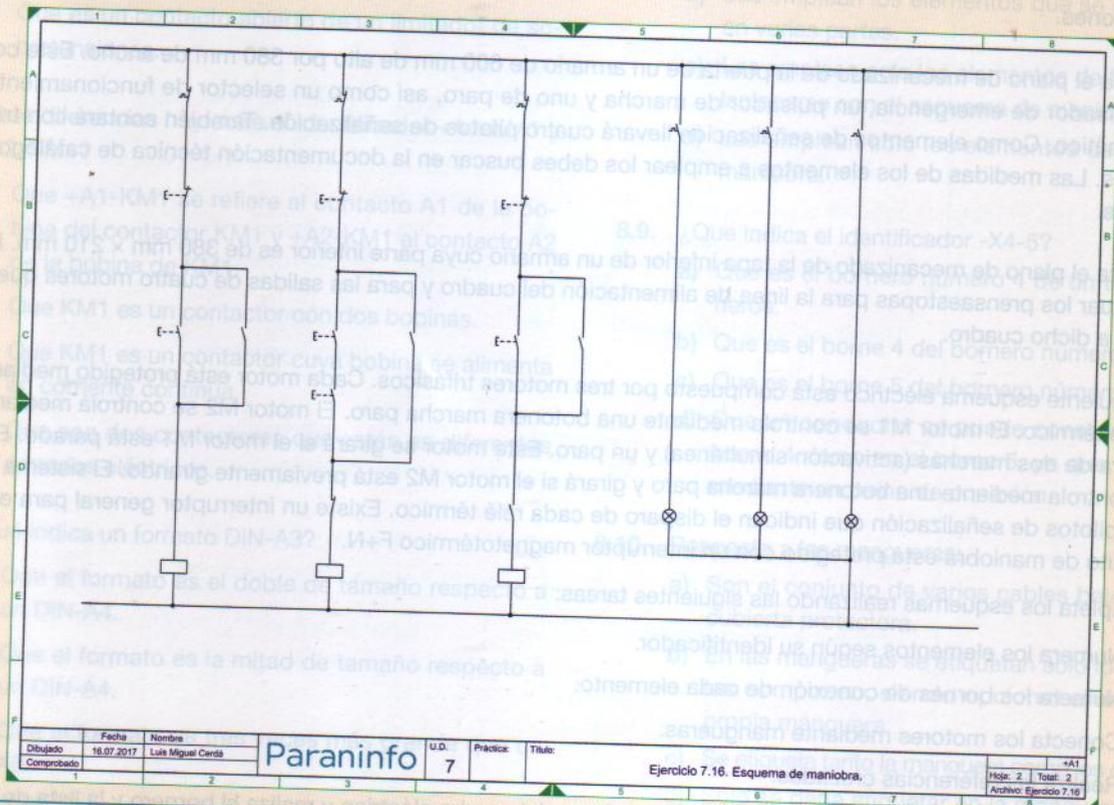


Figura 8.37. Esquema de maniobra.

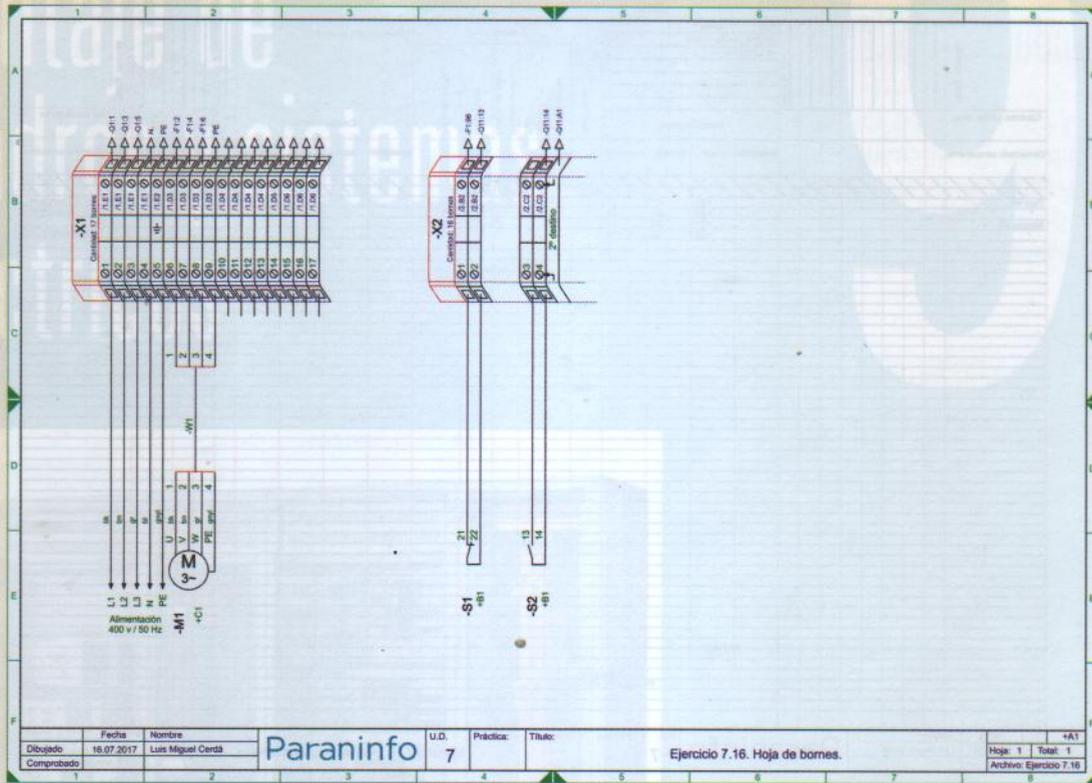


Figura 8.38. Esquema del bornero.

Tipo Borne		Destino externo				Destino interno				Observaciones generales	
Cantidad cables libres		Instalación	Lugar	Compo.	Conexión	Instalación	Lugar	Compo.	Conexión	Comentario componente	
Tipo Borne UK 5-N-1-2 UK 5-N-2-4 UK 5-N-5 UK 5-N-6-8-10-12-14-16 UK 5-N-8-13-17		Destino externo				Destino interno				Observaciones generales	
Cantidad cables libres 0 0 0 0 0		Destino externo				Destino interno				Observaciones generales	
Comentario componente		Instalación				Instalación				Comentario componente	
Alimentación		4/3/2/1				Bornero -X1				Bornero -X1	
Motor 1		1				1				Motor 1	
		2				2					
		3				3					
		4				4					
		5				5					
		6				6					
		7				7					
		8				8					
		9				9					
		10				10					
		11				11					
		12				12					
		13				13					
		14				14					
		15				15					
		16				16					
		17				17					
		18				18					
		19				19					
		20				20					
		21				21					
		22				22					
		23				23					
		24				24					
		25				25					
		26				26					
		27				27					
		28				28					
		29				29					
		30				30					
		31				31					
		32				32					
		33				33					
		34				34					
		35				35					
		36				36					
		37				37					
		38				38					
		39				39					
		40				40					
		41				41					
		42				42					
		43				43					
		44				44					
		45				45					
		46				46					
		47				47					
		48				48					
		49				49					
		50				50					
		51				51					
		52				52					
		53				53					
		54				54					
		55				55					
		56				56					
		57				57					
		58				58					
		59				59					
		60				60					
		61				61					
		62				62					
		63				63					
		64				64					
		65				65					
		66				66					
		67				67					
		68				68					
		69				69					
		70				70					
		71				71					
		72				72					
		73				73					
		74				74					
		75				75					
		76				76					
		77				77					
		78				78					
		79				79					
		80				80					
		81				81					
		82				82					
		83				83					
		84				84					
		85				85					
		86				86					
		87				87					
		88				88					
		89				89					
		90				90					
		91				91					
		92				92					
		93				93					
		94				94					
		95				95					
		96				96					
		97				97					
		98				98					
		99				99					
		100				100					
		101				101					
		102				102					
		103				103					
		104				104					
		105				105					
		106				106					
		107				107					
		108				108					
		109				109					
		110				110					
		111				111					
		112				112					
		113				113					
		114				114					
		115				115					
		116				116					
		117				117					
		118				118					
		119				119					
		120				120					
		121				121					
		122				122					
		123				123					
		124				124					
		125				125					
		126				126					
		127				127					
		128				128					
		129				129					
		130				130					
		131				131					
		132				132					
		133				133					
		134				134					
		135				135					
		136				136					
		137				137					
		138				138					
		139				139					
		140				140					
		141				141					
		142				142					
		143				143					
		144				144					
		145				145					
		146				146					
		147				147					
		148				148					
		149				149					
		150				150					
		151				151					
		152				152					
		153				153					
		154				154					
		155				155					
		156				156					
		157				157					
		158				158					
		159				159					
		160				160					
		161				161					
		162				162					
		163				163					
		164				164					
		165				165					
		166				166					
		167				167					
		168				168					
		169				169					
		170				170					
		171				171					
		172				172					
		173				173					
		174				174					
		175				175					
		176				176					
		177				177					
		178				178					
		179				179					
		180				180					
		181				181					
		182				182					
		183				183					
		184				184					
		185				185					
		186				186					
		187				187					
		188				188					
		189				189					
		190				190					
		191				191					
		192				192					
		193				193					
		194				194					
		195				195					
		196				196					
		197				197					
		198				198					
		199				199					
		200				200					
		201				201					
		202				202					
		203				203					
		204				204					
		205				205					
		206				206					
		207				207					
		208				208					
		209				209					
		210				210					
		211				211					
		212				212					
		213				213					
		214				214					
		215				215					
		216				216					
		217				217					
		218				218					
		219				219					
		220				220					
		221				221					
		222				222					
		223				223					
		224				224					
		225				225					
		226				226					
		227				227					
		228				228					
		229				229					
		230				230					
		231				231					
		232				232					
		233				233					
		234				234					
		235				235					
		236				236					
		237				237					
		238				238					
		239				239					
		240				240					
		241				241					
		242				242					
		243				243					
		244				244					
		245				245					
		246				246					
		247				247					
		248				248					
		249				249					
		250				2					

Mang. externa		Tipo Borne		Bornero		Observaciones generales		Mang. interna	
		UR 2.5 N.1-2.4.6.8-10, 12-16 UR 2.5 N.3.7.11							
Cantidad cables libres	Destino externo	Destino interno		Cantidad cables libres					
Comentario componente	Instalación	Lugar	Compo.	Conexión	Instalación	Lugar	Compo.	Conexión	
Borneros - 32 Cantidad borneros: 16									
Pago M1	-B11	-S1	21	1	-F1	B8			A.1. Limpio M1
Mancha M1	-B11	-S1	22	2	-G11	13			Realimentación M1
	-B1	-S2	13	3	-G11	14			Realimentación M1
	-B1	-S2	14	4	-G11	A1			
Potencial N Potencial PE-PEN									

Fecha	Nombre
Dibujado 16.07.2017	Luis Miguel Cerdá
Comprobado	

Parainfo

U.D. 7 Práctica Título:

Ejercicio 7.16. Hoja de bornes. Maniobra.	
Hoja: 2	Total: 2
Archivo: Ejercicio 7.16	

Figura 8.40. Lista del bornero de maniobra.

Actividades de ampliación

- 8.19. Localiza en internet algún proveedor de software de diseño eléctrico. Observa sus características principales y compáralas entre sí.
- 8.20. Localiza en internet algún fabricante de bornes para carril DIN (por ejemplo, Phoenix Contact o Legrand). Observa sus gamas de diferentes modelos. Fíjate también en el material auxiliar (impresoras de etiquetas, sistemas de señalización para borneros, etc.).

Los circuitos industriales y estas son unas de las aplicaciones más importantes de la electricidad. El técnico debe tener en cuenta el tipo de carga que se va a conectar y el tipo de protección que se requiere.