



# PROYECTO DE CUADROS ELECTRICOS

Automatismos Industriales  
1º F.P.I.G.M. (Instalaciones Eléctricas y  
Automáticas)

COLEGIO SALESIANO SAN LUIS REY

JOSE GALVEZ BAREA

# 8

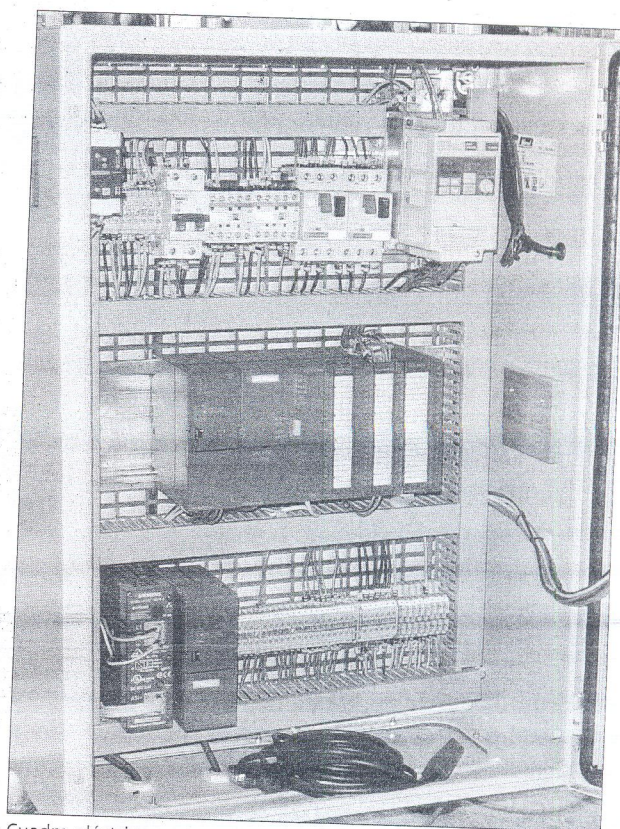
## Proyecto de cuadros eléctricos

La ejecución de una instalación con cuadros eléctricos, requiere un proceso previo de diseño en el que se han de prever los circuitos y automatismos a controlar.

El proyectista es el encargado de desarrollar esta primera fase del trabajo, teniendo como misión la creación de planos, resolución de los automatismos y elaboración de la lista de materiales.

En segundo lugar, el instalador se encarga de montar e instalar los cuadros previamente proyectados.

Por lo tanto, se hace necesario un perfecto entendimiento entre las dos partes, el proyectista y el instalador, que facilite el desarrollo del conjunto, eviten en su instalación y en el futuro mantenimiento problemas que generen situaciones de peligro y gastos innecesarios al usuario final.



Cuadro eléctrico.



# 1. Elaboración y ejecución de proyectos

Un proyecto eléctrico, en el que intervienen varios cuadros de distribución y de máquina, ha de estar convenientemente desarrollado para que su construcción, puesta en marcha y posterior mantenimiento, no dificulte la tarea al técnico instalador-mantenedor. Para ello, de principio a fin, será desarrollado en las siguientes fases:

1. Estudio previo de la instalación.
2. Diseño de planos.
3. Elección de materiales.
4. Construcción (mecanizado y cableado).
5. Comprobación y ensayo en vacío.
6. Instalación.
7. Puesta en marcha (comprobación y ensayo en carga).

Cada una de ellas será estudiada en la presente unidad, inicialmente de forma genérica y posteriormente aplicada a un proyecto de taller que bien podría ser real.

## 1.1. Estudio de la instalación

Independientemente del tipo de cuadro o circuito a construir, es necesario analizar en profundidad los detalles de la futura instalación. De esta forma se pueden elegir los materiales adecuados para el montaje y puesta en marcha.

Un estudio incorrecto creará numerosos problemas, tanto al usuario de la instalación como al instalador-mantenedor encargado de ella.

Aquí, solamente se estudia el diseño de los cuadros, tanto de distribución como de automatismos, dejando otro tipo de circuitos para el módulo «Instalaciones eléctricas de interior».

Se han de tener en cuenta los siguientes factores:

- Potencia nominal de la instalación.
- Repartición de líneas:
  - Alumbrado.
  - Fuerza.
  - Máquinas.
  - Informática.
- Condiciones atmosféricas del local.
- Automatismos de las máquinas, si es que existen.
  - Solución cableada.
  - Solución programada.
- Condiciones especiales de la instalación.

### Para saber más

Existen programas informáticos específicos para la elaboración de proyectos electro-técnicos. Tomando como base un esquema, previamente dibujado en pantalla, generan automáticamente:

- Lista de materiales.
- Regleteros.
- Mangueras.
- Esquemas unifilares.
- Planos de situación.
- Referencias cruzadas.
- Etc.

Algunos de los más conocidos son: ECAD-PLUS, WSCAD, CADELEC, ESQUEMALEC, etc.

## 1.2. Diseño de planos y esquemas

Aunque el instalador no es el encargado de realizar los planos de cada uno de los cuadros, ya que dicha tarea la realiza el proyectista, debe saber interpretarlos para construirlos y ponerlos en marcha.

### a) Esquema unifilar y multifilar

Una vez conocidos el número de circuitos de la instalación, es posible elaborar los esquemas, unifilar y multifilar, y el plano de situación, necesarios para la construcción de los cuadros de distribución y la obtención del listado de materiales.

Hay tantos esquemas unifilares y multifilares como cuadros de distribución existen en el proyecto. En ellos se representan los elementos de corte y protección, asignados para cada una de las líneas.

Los esquemas multifilares representan, de forma desarrollada, cómo están conectados los elementos del interior, entre sí y con las regletas de entrada y salida.

En este tipo de plano se indica detalladamente la numeración de bornas y cables.

- Numeración de conductores

Varios son los métodos utilizados para la señalización de conductores. La aplicación de cada uno de ellos depende del criterio seguido por el proyectista del cuadro:

#### Primer método

Utiliza en los dos extremos del conductor la misma numeración, correspondiente con la de los bornes de entrada y salida.

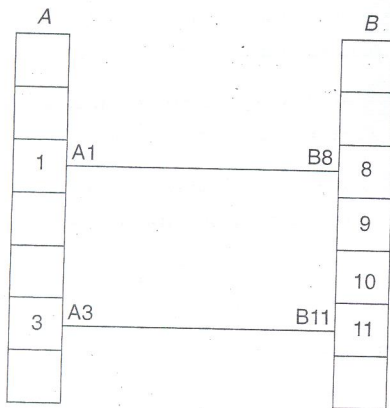


Figura 8.1. Primer método.

En el ejemplo de la figura, se ve cómo los conductores están etiquetados en sus extremos con la numeración de los bornes de los aparatos a los que están conectados.

#### Segundo método

Números independientes, utilizados consecutivamente, sin relación con los bornes de los aparatos.

En el ejemplo, se ve cómo cada cable lleva un número que nada tiene que ver con el borne al que está conectado. El conductor número 1 conecta los bornes A2 y B21 y el conductor número 2, los bornes A5 y B25.

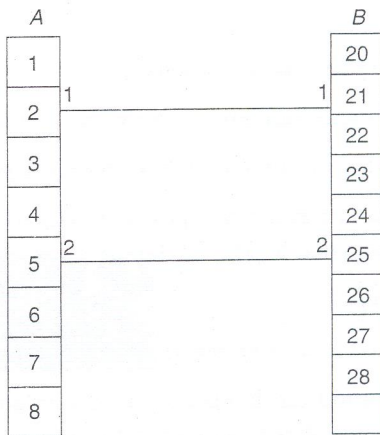


Para saber más

**Esquema unifilar:** permite identificar los elementos y la unión que hay entre ellos de forma simplificada. En este tipo de esquema no se representan los bornes de conexión de los aparatos.

**Esquema multifilar:** representa, de forma desarrollada, la conexión entre los elementos de un circuito eléctrico. En este tipo de esquema se pueden identificar cada uno de los bornes del aparato y su conexión eléctrica.



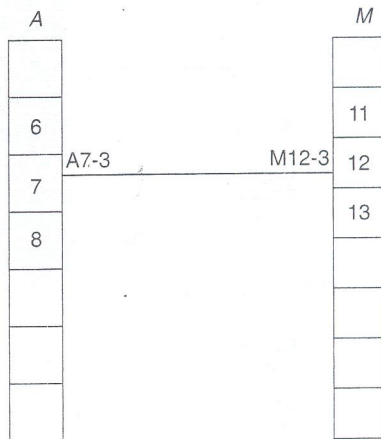


**Figura 8.2.** Segundo método.

### Tercer método

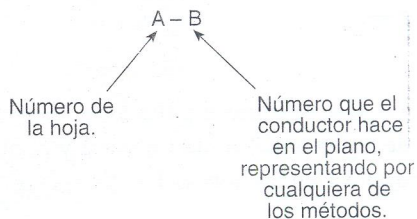
El extremo de cada conductor se marca con el número de borne al que está conectado en el aparato y un número independiente como en el segundo método.

En el ejemplo se puede ver que el conductor representado como número 3 une los bornes A7 con M12.



**Figura 8.3.** Tercer método.

Sea cualquiera el método utilizado, siempre se indica el número de hoja a la que pertenece el conductor en el plano. Este aparece antes o después de su código identificador separado por un guión, un punto o una barra inclinada.



**Figura 8.4.** Numeración de hojas en los identificadores de cables.

## EJEMPLO:

Según el método 2 si un cable está marcado con:

1-23 Indica que el conductor número 23 pertenece a la página 1 del proyecto.

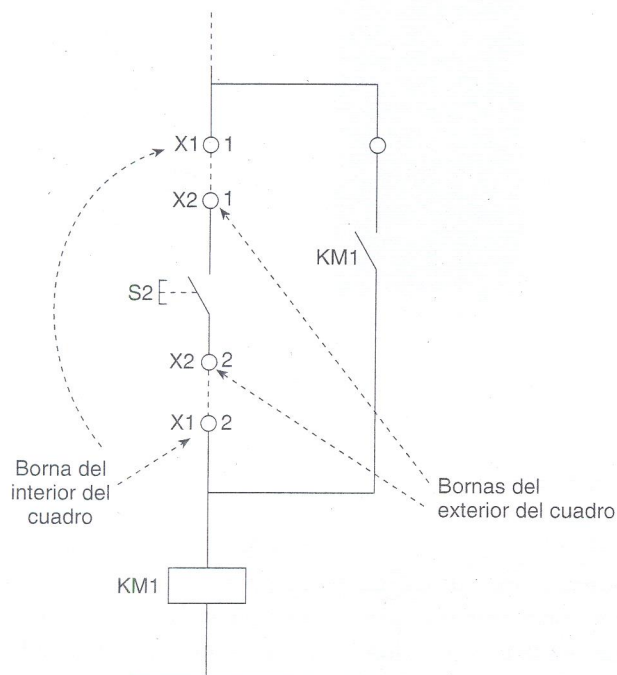
5-56 Indica que el conductor número 56 pertenece a la página 5 del proyecto.

Los cables de neutro, toma de tierra, línea, positivo y negativo, son marcados según su denominación en el esquema: N, PE, L1-L2-L3, +, -.

### • Numeración de bornas

La representación de bornas se hace en dos tipos de esquemas:

- En los multifilares, para indicar dónde se conectan los elementos que están fuera del cuadro y en los específicos, dedicados a regleteros, dónde se indican los cables y bornes de los elementos que están conectados a cada regleta. Cualquiera de ellos lo que pretende es facilitar el montaje y posterior mantenimiento de la instalación.
- En los esquemas multifilares, los elementos que se encuentran en el exterior del cuadro se representan entre dos círculos unidos por una línea discontinua. El primero representa la borna que se encuentra en el cuadro y el segundo la borna que está en el elemento externo.



**Figura 8.5.** Numeración de bornas.

En el ejemplo de la figura 8.5, se ve cómo el pulsador S2 se encuentra fuera del cuadro, conectado al grupo de regletas X2 en las bornas 1 y 2, que a su vez están unidas, con el interior, al grupo X1 en las bornas 1 y 2 respectivamente.

En un regletero, dos son los elementos a identificar. Por una parte el propio regletero (conjunto de bornas) y por otra, cada una de las regletas que lo forman.



**Para saber más**

**Manguera:** es un conjunto de conductores que, unidos por una misma funda, forman un mazo. Las mangueras pueden encontrarse prefabricadas con un número de conductores fijo, 2, 3, 4, etc., o pueden crearse agrupando los cables con bridas o cinta helicoidal.

El regletero se identifica con un código formado por la letra X y un número. Este último se puede establecer de acuerdo con los siguientes criterios:

**Método 1**

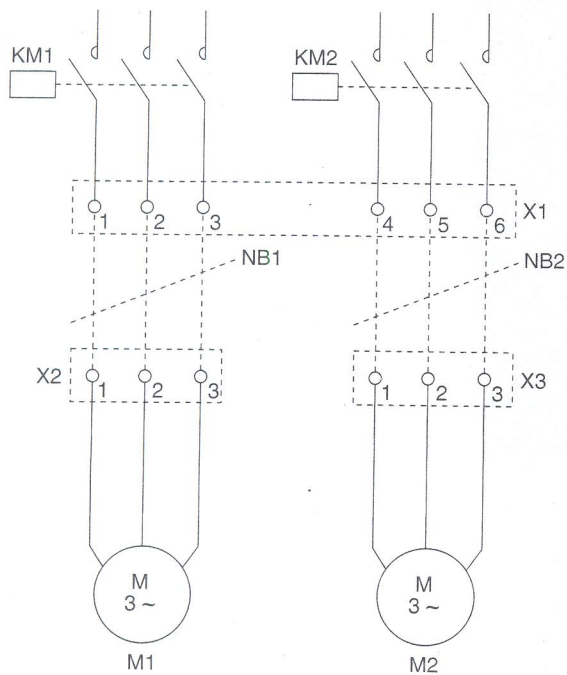
- Formando grupos de regletas para circuitos similares. Por ejemplo, X1 líneas de fuerza. X2 líneas de alumbrado, etc.

**Método 2:**

- Dando el mismo dígito a todo un regletero de un cuadro. Por ejemplo, X1 cuadro general, X2 cuadro secundario planta baja, X3 cuadro secundario plata alta, etc.

Cada borna se identifica con un número, que representa el número que hace en el regletero.

Después de obtener el esquema multifilar, es necesario representar los planos de los regleteros. Estos sirven para identificar cada borna y su conexión al circuito exterior.



**Figura 8.6.** Representación de mangueras.

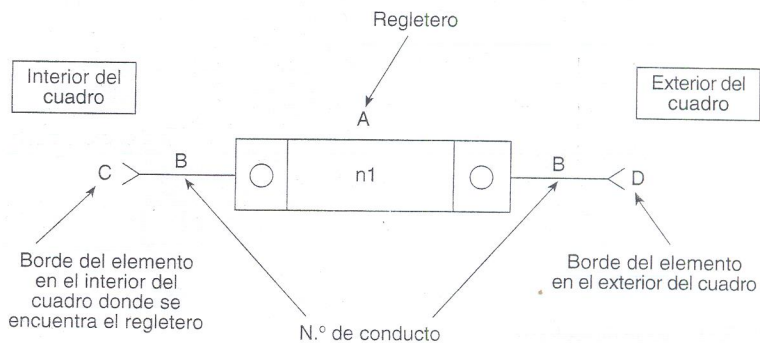
**• Representación de mangueras**

Los grupos de cables, que salen del cuadro en forma de mazo, y alimentan un receptor móvil, por ejemplo un motor, se representan en el plano como mangueras. Los conductores activos se dibujan con línea discontinua entre las bornas de entrada y salida. La identificación de cada una de las mangueras se hace escribiendo el código NBn, donde n es el número de orden que hace en el proyecto.

**EJEMPLO:** En la figura 8.6 se ve cómo el motor 1 está unido al cuadro en el regletero X1 (bornas 1-2-3), desde el X2 (bornas 1-2-3), con la manguera NB1. El motor 2 está unido en el regletero X1 (bornas 4-5-6), desde el X3 (bornas 1-2-3), con la manguera NB2.

**b) Esquemas de regleteros**

Teniendo como referencia la numeración de bornas del esquema desarrollado, se elaboran los esquemas de los regleteros de todos los cuadros que conste el proyecto. Estos sirven de guía para realizar el cableado que une el cuadro con el exterior. Cada regleta se representa individualmente con los conductores que tiene conectados. Su codificación se hace como indica la figura 8.7.



**Figura 8.7.** Identificación de un regletero.

Donde  $A$  es el número del regletero.

$n$  es el número de la borna.

$B$  el cable o cables que atacan la borna.

$C$  y  $D$  son los identificadores de los aparatos a los que está conectada la borna.

EJEMPLO: En el arrancador de la figura, los 2 pulsadores, de marcha y paro, se encuentran en una botonera externa al cuadro. La regleta que está en el interior, se ha identificado como  $X1$  y la de la botonera como  $X2$ . La unión entre ambas se realiza borne a borne, con tres conductores que salen fuera del cuadro.

La representación de ambos regleteros se hace como se indica en las figuras 8.8 y 8.9.

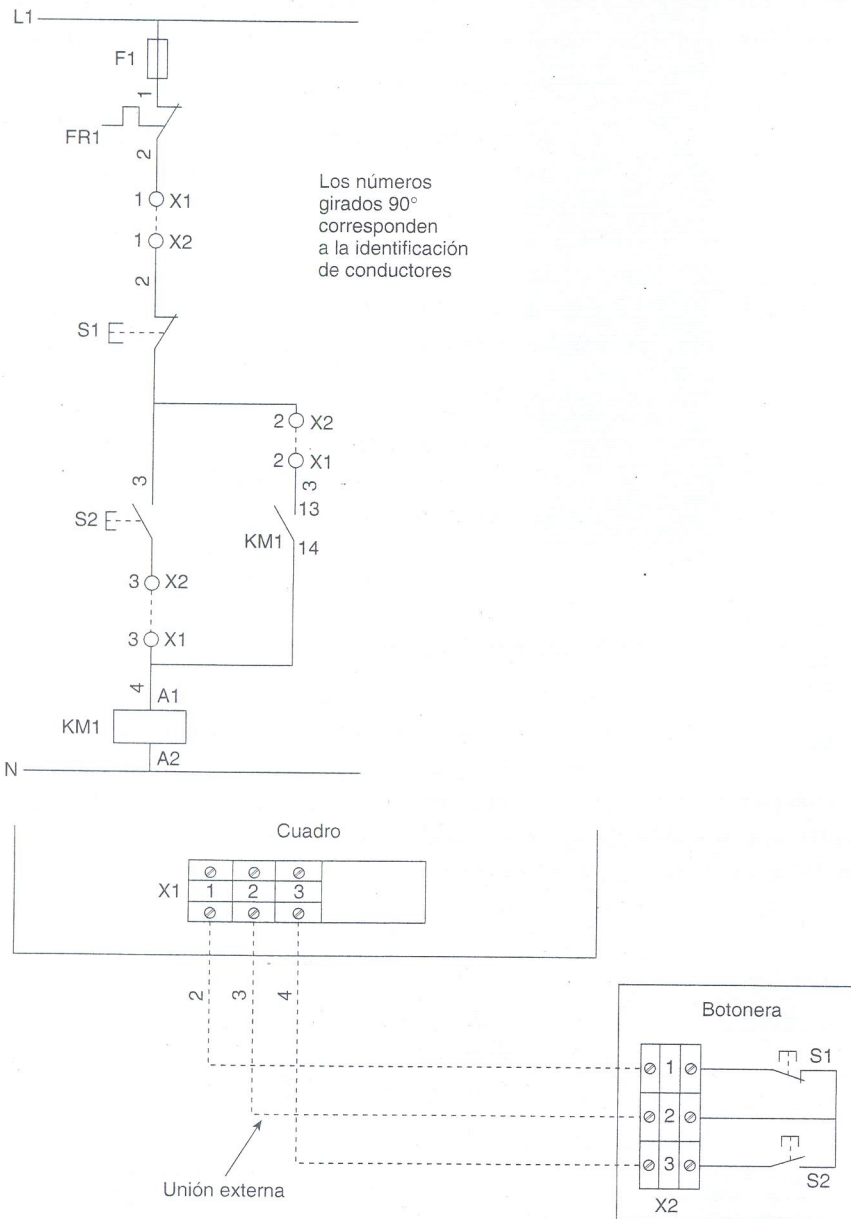


Figura 8.8. Identificación de regleteros.



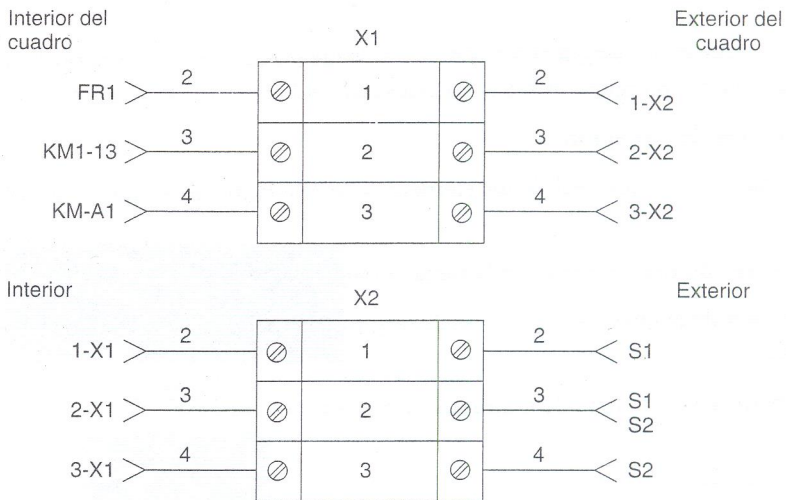


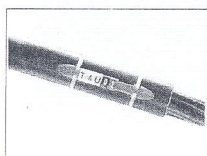
Figura 8.9. Numeración de regleteros.

### c) Esquemas de mangueras

Tomando como referencia lo representado en los esquemas multifilares, se elaboran uno o más planos sobre las mangueras utilizadas en el proyecto. Estos permitirán identificar y localizar rápidamente las conexiones realizadas con ellas.

Cada una se representa por líneas paralelas, tantas como conductores, en trazo grueso y terminadas en ambos extremos con pequeños círculos.

Su identificación se hace según la figura:



Numeración de mangueras

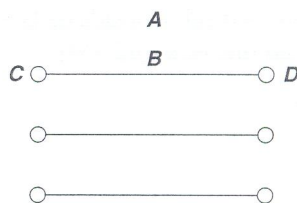


Figura 8.10. Identificación de mangueras.

Donde:

*A* es el número que la manguera hace en el proyecto con el identificador NBn.

*B* es el número de conductor al que está conectado.

*C* representa el borne y el identificador del regletero de salida.

*D* representa el borne y el identificador del regletero de llegada.

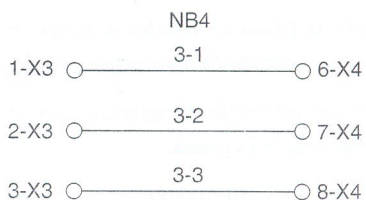


Figura 8.11.

Por ejemplo:

NB4 indica que es la manguera número 4. Está conectada a los conductores 1, 2 y 3 de la hoja 3 entre los regleteros X3 y X4, a los bornes 1-2-3 y 6-7-8 respectivamente.

#### d) Esquemas de situación

Representan la situación real de los elementos en el cuadro. Este tipo de esquema facilita:

- La localización del elemento en la instalación.
- La elección de la envolvente apropiada, según la superficie ocupada por los elementos.
- La elaboración de la lista de materiales y el posterior presupuesto.

### 1.3. Elección de materiales

En función de los planos obtenidos en el punto anterior, se elegirán los materiales apropiados para desarrollar el proyecto, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Elección del grado de protección de la envolvente, dependiendo de las características del local donde estará situada (humedad, choques mecánicos, etc.)
- Sistemas de entrada de cables al cuadro, por tubo o canaleta.
- Elección del calibre de los aparatos de protección en función de la potencia nominal de los circuitos.
- Sistema de sujeción de conductores en el interior del cuadro, brazaletes, bridas, canaletas, etc.
- Climatización natural o forzada de la envolvente, según las condiciones externas e internas a las que está sometida.
- Embarrados.

### 1.4. Construcción (mecanizado y cableado)

Una vez que se hayan elegido los materiales, se pasa a la construcción del cuadro.

Las envolventes se mecanizan teniendo en cuenta los planos de situación.

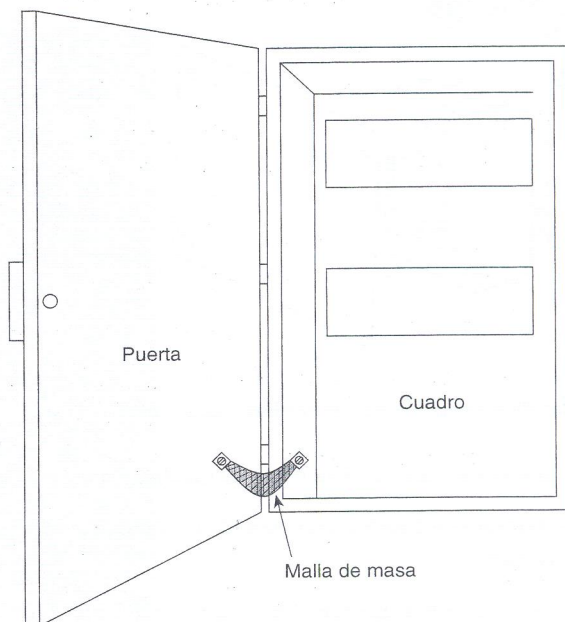
El proceso de construcción es el siguiente:

#### Cuadros tipo cofre para automatismos:

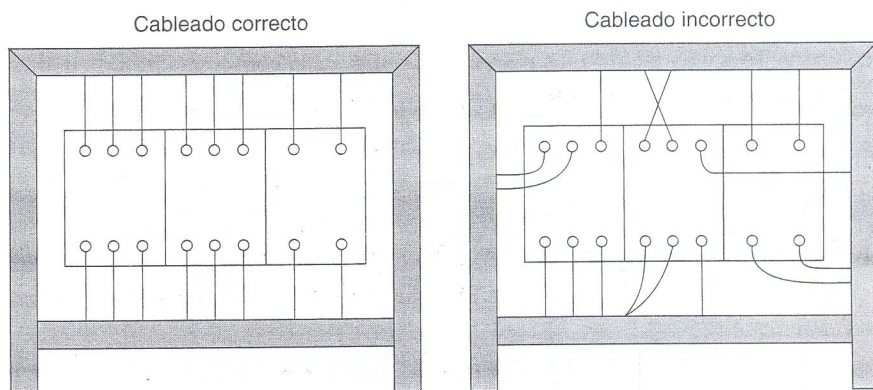
1. Inicialmente se mecaniza la puerta para la colocación de instrumentos de medida, de maniobra o protección, y los laterales para la entrada de cables por tubos o canaletas.
2. Sobre la placa de fondo, se colocan las canaletas o brazaletes para la fijación de cables, además de los raíles para los aparatos y regleteros.
3. Se fijan todos los elementos que intervienen en el cuadro, tanto los de la tapa como los de la placa.
4. Con la placa fuera del cuadro, se realiza el cableado entre los elementos que esta contiene.



5. Seguidamente se coloca en el interior y se cablean los elementos de la puerta, entre sí y con los del interior.
6. La puerta será puesta a masa con una malla plana de cable desnudo trenzado, lo más corta y ancha posible.
7. Para realizar correctamente el cableado, se tiene en cuenta que los conductores eléctricos no pasen por la parte superior de los aparatos, o realicen cruces innecesarios, que dificulten su extracción en las tareas de mantenimiento. La mejor forma de cablear es realizar las salidas de cable en vertical desde las canaletas superior e inferior. La salida de cable en horizontal solamente se realizará en aquellos casos que sean absolutamente necesario.



**Figura 8.12.** Fijación de la malla de masa.



**Figura 8.13.** Entrada y salida de cables en la canaleta.

Nota: Al hablar de cableado, se hace referencia tanto a la conexión de conductores eléctricos entre bornes de aparatos, como a la colocación de punteras y su numeración con anillas alfanuméricas.

## Los cuadros de distribución:

1. En este tipo de cuadros el mecanizado se limita a realizar los orificios para la entrada de cables, por tubo o canaleta, ya que generalmente las tapas están pretroqueladas y el chasis tiene instalado los raíles normalizados para los aparatos eléctricos.
2. Los interruptores automáticos de caja moldeada son instalados en los soportes adecuados que el fabricante de la envolvente proporciona.

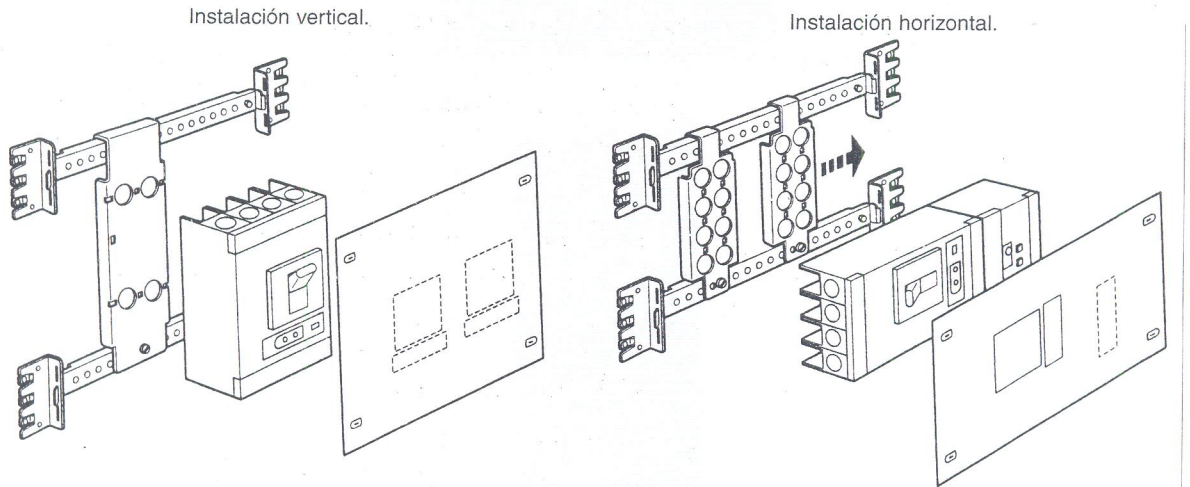
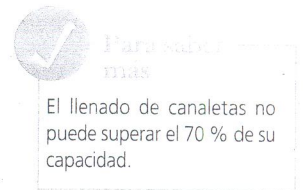


Figura 8.14. Instalación de interruptores de caja moldeada (Legrand).

3. Si el armario tiene embarrado, se fija sobre la unidad funcional de destino.
  4. Los aparatos de maniobra y protección se colocan sobre los raíles o piezas de sujeción de la envolvente.
  5. El cableado se realiza una vez que han sido fijados todos los elementos al chasis, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
- Todos los conductores llevarán terminales o punteras adecuadas a sus secciones.

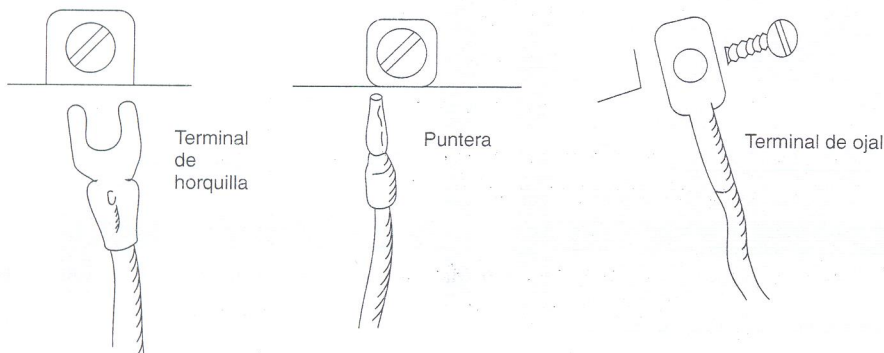
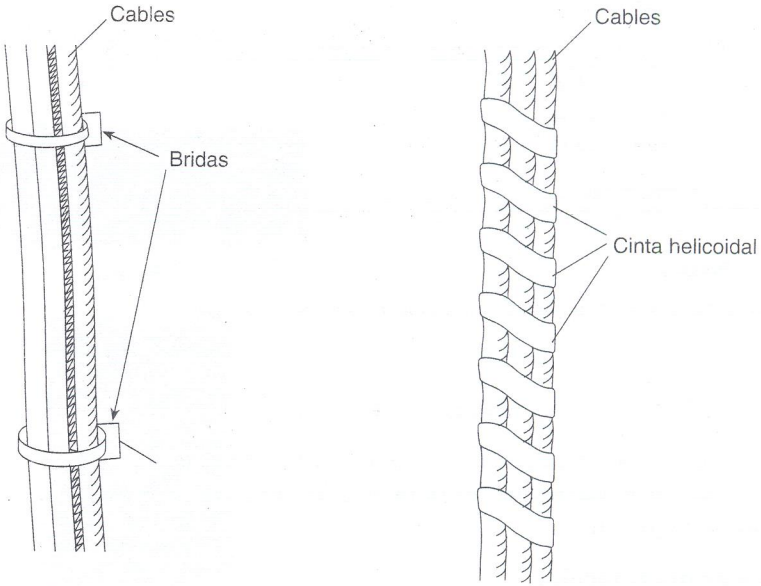


Figura 8.15. Diferentes tipos de conexiones con terminales y punteras.

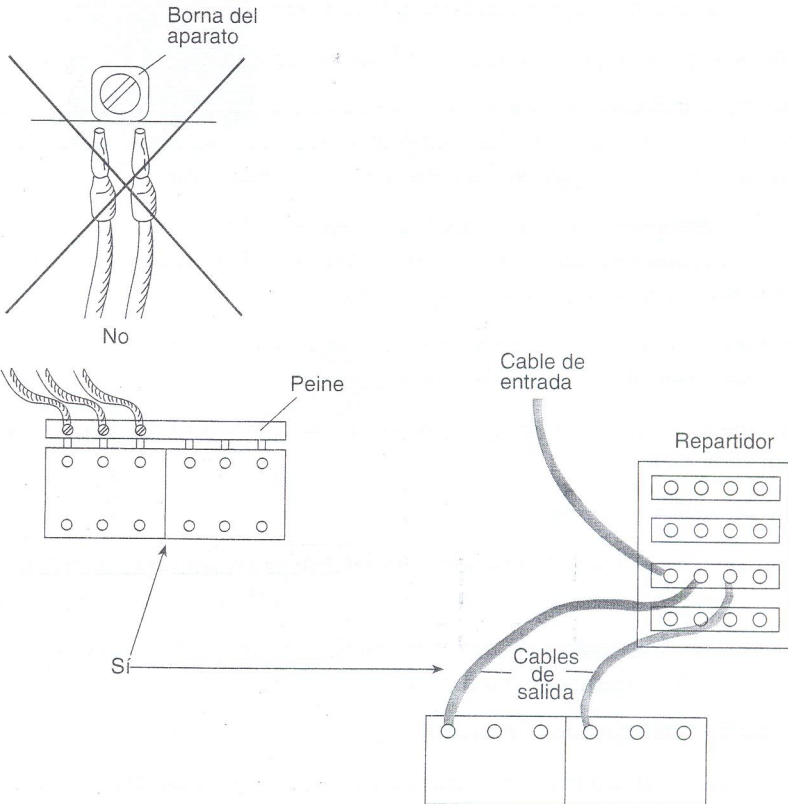
- Si no existen canales de fijación o brazaletes, se hacen mazos de cables con bridas o cinta helicoidal, separándolos por circuitos afines: fuerza, alumbrado, máquinas, etc.

- Se tiene en cuenta, que los conductores de potencia que necesitan gran aireación, están separados de los demás para evitar su calentamiento.



**Figura 8.16.** Mazos de cables.

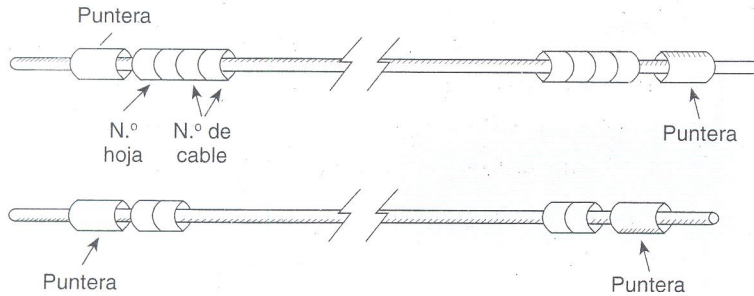
- No se conecta más de un cable de potencia a un borne. Si es necesario hacer puentes, se utilizarán peines o un repartidor de cables, al que se conecta el general y de él salen todos los que llegan a los aparatos secundarios.



**Figura 8.17.** Repartición de conductores.



- Cada conductor se identifica, en sus dos extremos, con anillas alfanuméricas de acuerdo al esquema desarrollado.



**Figura 8.18.** Colocación de punteras y anillos identificadores de cables.

## 1.5. Comprobación y ensayo en vacío

Antes de proceder al montaje definitivo del cuadro en el sector, se hace necesario su comprobación en vacío, que verifique su correcto funcionamiento. El proceso a seguir será el siguiente:

### Cuadros de distribución:

1. Se comprueban todas las conexiones eléctricas en los bornes de los aparatos y regleteros. Con un destornillador, o herramienta adecuada, se aprietan de nuevo todos los tornillos, a los que se les haya conectado conductores.
2. Con todos los interruptores automáticos en OFF, conectar un cable-manguera a la entrada del interruptor principal o barras repartidoras.
3. Se conecta a la red eléctrica adecuada, bifásica, trifásica, trifásica con neutro, etc.
4. El interruptor general se pone en posición ON y con un polímetro o pinza amperimétrica, en la posición de Vca, comprobar, según el esquema, los puntos que están bajo tensión. Si alguno falla, proceder a su reparación.
5. Con los interruptores automáticos de cada una de las líneas individuales en OFF, se sube el mando del diferencial correspondiente. Con el aparato de medida comprobar los puntos que están bajo tensión.
6. Subiendo cada uno de los interruptores automáticos, comprobar con el polímetro si existe tensión en las regletas de salida.
7. Si es superado todo lo anterior con éxito, el cuadro está preparado para ser instalado en el sector.

### Cuadros de automatismos:

Las operaciones de la 1 a la 3 coinciden con las realizadas para los cuadros de distribución.

Para el ensayo en los cuadros de automatismos, tanto programados como cableados, se procede de la siguiente manera:

### Comprobación del circuito de mando:

1. Con el circuito, el interruptor o fusibles del circuito de fuerza desconectados, se alimenta las fases L1-L2 o L1-N que ponen bajo tensión el circuito de mando.



**Recuerda**

**ON:** activado, conectado, encendido. Posición activa de un captador eléctrico.

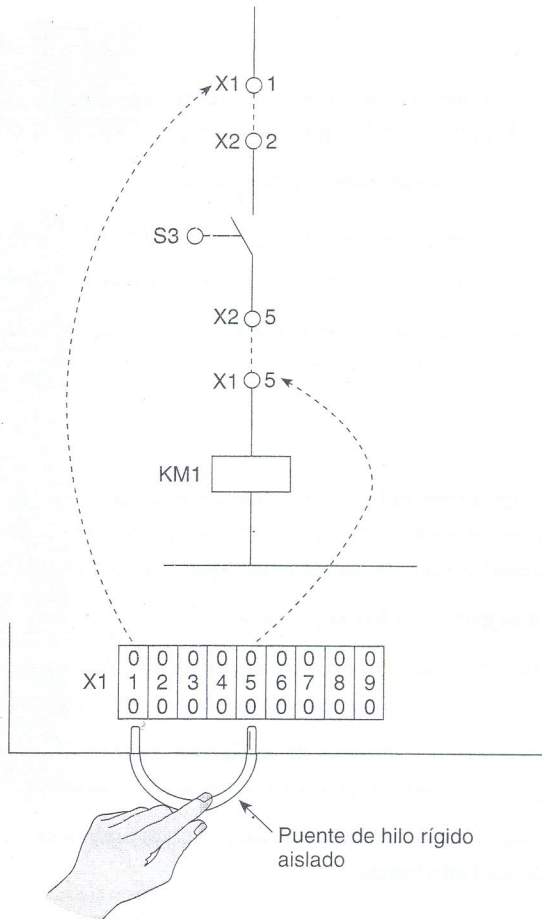
**OFF:** desactivado, desconectado, apagado. Posición pasiva de un captador eléctrico.



**Recuerda**

**Polímetro:** instrumento de medida portátil que permite la lectura de diferentes tipos de magnitudes.

2. Se comprueban todas las líneas de la maniobra, accionando los captadores situados en la puerta del propio cuadro, o simulando, con puentes en el regletero, la acción de los que están fuera de él, por ejemplo los finales de carrera.
3. Una vez verificado el funcionamiento de la maniobra, se pasa a comprobar el circuito de fuerza.



**Figura 8.19.** Simulación de los elementos situados en el exterior del cuadro.

### Comprobación del circuito de fuerza:

1. En todas las regletas de salida del circuito de potencia, que alimentarán receptores en un futuro, se conecta una lámpara en paralelo.
2. Con el interruptor, o fusible, del circuito de mando desconectado, se alimenta el circuito poniendo en ON el interruptor automático de fuerza.
3. Accionando manualmente y de forma individual, sobre el martillo de cada uno de los contactores, se comprueba que las lámparas correspondientes se encienden. Si todo es correcto se pasa a la comprobación conjunta de ambos circuitos.

### Comprobación conjunta del circuito de fuerza y mando:

1. Manteniendo las lámparas conectadas al circuito de fuerza, como se indica en el punto 1 anterior, se procede a accionar los interruptores automáticos, o fusibles, de fuerza y mando.

2. Actuando sobre los captadores de la puerta y simulando, con puentes en el regltero, los que están en el exterior, se comprueba que el comportamiento del automatismo es el previsto en la secuencia de funcionamiento.
3. Si el cableado es correcto, la comprobación en vacío se da por terminada y se procede a su montaje en la instalación real.

## 1.6. Instalación

Esta operación consiste en colocar el cuadro en la parte de la instalación que le corresponde. En ella se realizan principalmente los siguiente trabajos:

- Fijación mural o sobre suelo de la envolvente.
- Adaptación de las canalizaciones para la entrada de cables.
- Conexión de la red eléctrica general, receptores y elementos de la máquina.
- Conexión de todas las partes metálicas a la masa de referencia, para evitar perturbaciones electromagnéticas.

## 1.7. Ensayo en carga. Puesta en marcha

Es la última operación del proyecto. Después de las pertinentes comprobaciones en vacío y su montaje en el sector, la prueba definitiva será la puesta en marcha de cada uno de los cuadros con las cargas reales que han de controlar y gestionar.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Alimentación de los cuadros de distribución, inicialmente los generales o primarios, en segundo lugar los secundarios y por último los de tipo terminal.
2. Comprobación de cada una de las líneas de forma individual, poniendo en la posición ON sus respectivos interruptores automáticos.
  - Las líneas de alumbrado se verifican accionando sobre los mecanismos de control de las luminarias.
  - Las de fuerza, comprobando con un polímetro, en la posición de Vca, cada una de las bases de enchufe, tanto bifásicas como trifásicas.
3. Los cuadros de automatismos, que controlen máquinas rotativas, deben ser comprobados con detenimiento para evitar deterioros en la maquinaria y futuros accidentes a los operarios que las gestionen.

En las máquinas que invierten el sentido de giro de su motor, en algún momento de la secuencia de funcionamiento, será necesario arrancarlo manualmente, para comprobar que el giro corresponde al contactor asignado.

## 2. Nuestro proyecto: taller de automoción

En este apartado, se estudia el proceso completo, visto anteriormente, aplicado a un proyecto real en el que intervienen cuadros eléctricos.

Se estudian los pasos seguidos para el diseño y construcción de los diferentes cuadros, necesarios para la puesta en marcha, de un ficticio taller de automoción.



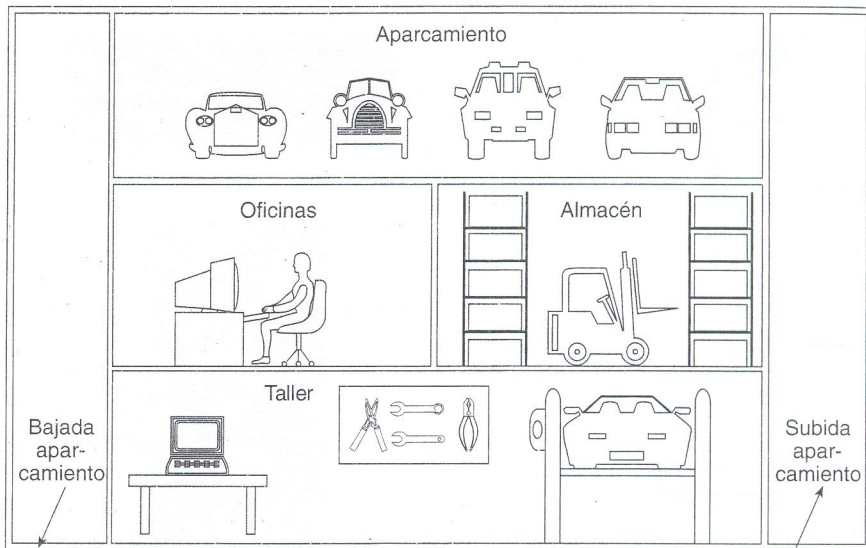
### Recuerda

Una perturbación electromagnética es una deformación de la señal enviada por un elemento de captación, detector, final de carrera, etc., hacia un aparato electrónico de lógica programada. Esta señal es recibida con un valor de estado diferente al que el captador envió, provocando una acción no deseada.



Dicho taller estará dividido en las siguientes zonas físicas:

1. **Planta baja:** dedicada a taller de reparaciones.
2. **Primera planta:** dedicada a oficinas y almacén.
3. **Tercera planta:** aparcamiento público.



**Figura 8.20.** Taller de automoción propuesto como proyecto.

## 2.1. Descripción de las características de la instalación

Cada zona tiene su cuadro de distribución, de tipo secundario, para gestionar los circuitos en ella instalados. Además, en la planta baja está situado el cuadro general, desde el que se distribuye la energía a las demás zonas del local.

La organización de los circuitos es la siguiente:

### a) Taller de reparaciones

En el alumbrado:

4. Tres líneas de lámparas fluorescentes.
5. Alumbrado de emergencia.

En la fuerza:

6. Un elevador de vehículos.
7. Un puente grúa.
8. Tres líneas de enchufes (trifásicos y bifásicos).
9. Un compresor.

## Descripción de los automatismos del sector

**Elevador de vehículos:**

En una de las columnas del elevador están situados los dos pulsadores de gobierno de la máquina y la seta de emergencia. Cada vez que es accionado uno de ellos, se pone en marcha el motor, subiendo o bajando, hasta que se cesa la acción sobre él.

Cuando el elevador llega a sus extremos, tanto inferior como superior, el motor se detiene por medio de finales de carrera. Si la seta es accionada, la máquina se parará completamente.

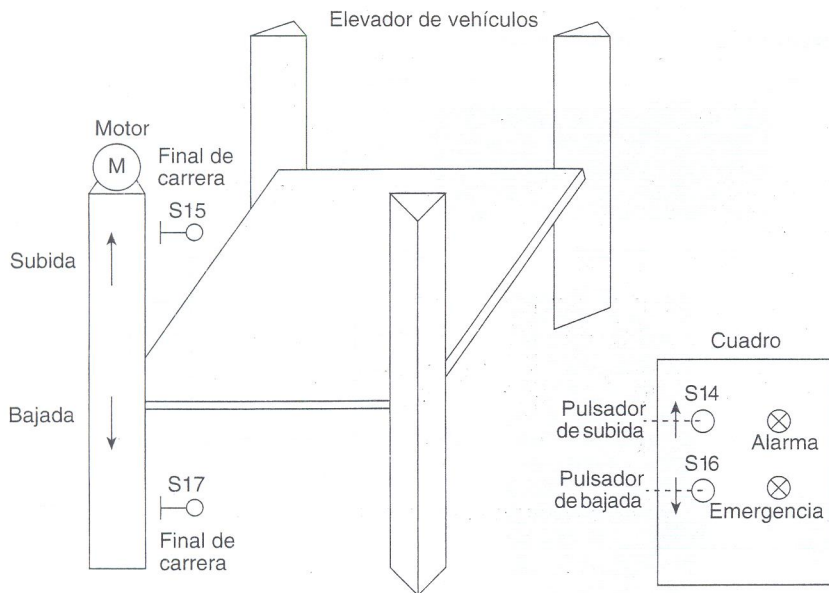


Figura 8.21. Elevador de vehículos.

### Puente grúa:

Tres motores serán los encargados de mover el gancho hacia adelante-atrás, arriba-abajo y de izquierda a derecha. El control se realizará de forma manual con una botonera móvil, conectada directamente al cuadro del automatismo. Cada vez que un pulsador es presionado, la grúa realiza uno de los movimientos hasta que cesa la acción sobre él o llega hasta uno de los extremos.

Ambos automatismos se realizan basándose en la lógica cableada con contactores.

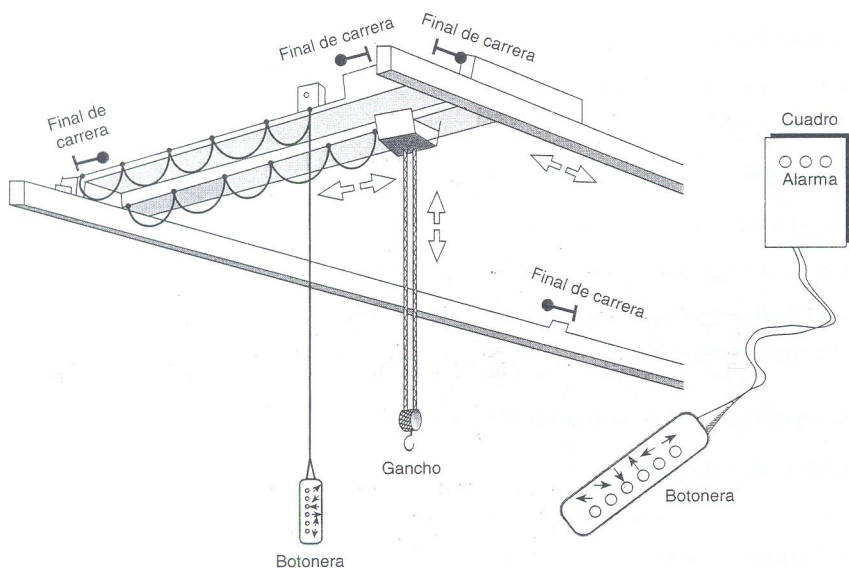


Figura 8.23. Puente grúa.

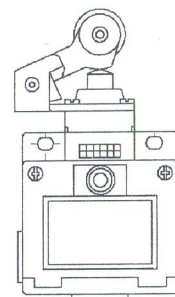


Figura 8.22. Final de carrera.

### Recuerda

Para realizar la inversión del sentido de giro de un motor trifásico, se intercambian dos de las fases.

## b) Oficinas y almacén

Alumbrado:

10. Tres líneas de lámparas fluorescentes.
11. Una de alumbrado de emergencia.

Fuerza:

12. Tres líneas de bases de enchufe.
13. Una línea para aparatos informáticos (SAI).

## c) Aparcamiento

Alumbrado:

14. Tres líneas de lámparas fluorescentes.
15. Alumbrado de emergencia.

Fuerza:

16. Tres líneas de bases de enchufe.
17. Apertura y cierre de la puerta.

## Descripción de los automatismos del sector

### Control de puerta automática y semáforo

Se pretende controlar el número de vehículos en el interior del aparcamiento que no puede superar los 30. Para ello se instalan, en las rampas de subida y bajada sendas barreras fotoeléctricas. Cuando un vehículo llega al aparcamiento, la barrera de subida es activada incrementando un bit en el contador y abriendo la puerta del aparcamiento automáticamente, que se cierra una vez que el coche ha pasado al interior, a los 10 segundos. Cuando un vehículo sale del aparcamiento, un bit es decrementado en el contador. Si el aparcamiento está completo, el semáforo se pone en rojo y la puerta no se abre.



Figura 8.24.

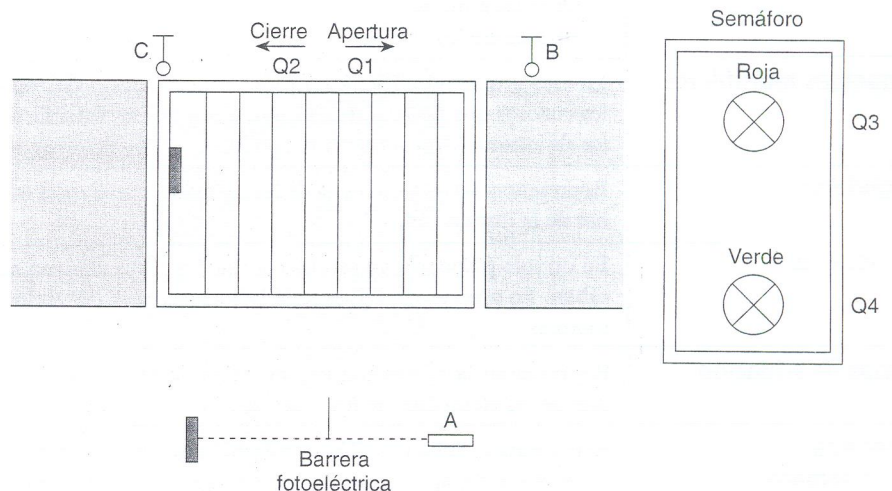


Figura 8.25. Puerta automática.



## 2.2. Diseño de planos

El diseño de esquemas está condicionado por las características de la instalación:

### a) Planta baja (taller de reparaciones)

En ella está situado el cuadro general de distribución, con los interruptores de caja moldeada para el corte y protección de los tres sectores.

En el mismo armario, en una **unidad funcional** distinta, se encuentra el cuadro secundario del taller.

Las líneas del elevador y puente grúa disponen de cuadros terminales para alojar el automatismo de control.

### b) Primera planta (oficinas y almacén)

Un cuadro de distribución secundario alimenta las diferentes líneas de alumbrado y enchufes de que dispone este sector.

### c) Segunda planta (aparcamiento)

El cuadro de distribución aloja los interruptores automáticos de las líneas de alumbrado y fuerza.

Un cuadro de máquina, situado al lado de la puerta principal, contiene el autómatas programable destinado al gobierno de la puerta de entrada, en función del número de vehículos que hay en el interior.

### d) Agrupación de planos

Para mayor claridad, los planos se separan en grupos afines denominados de la siguiente forma:

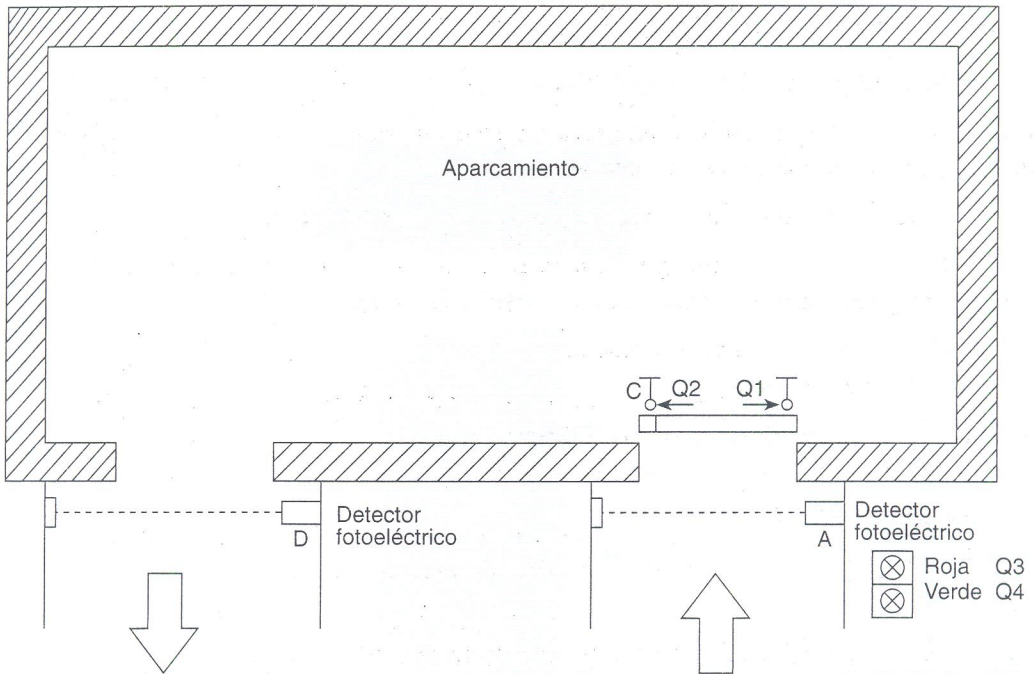
Denominación de grupo	Descripción	Número de hojas
<b>Organización</b>	Representa la unión entre los diferentes cuadros de la instalación.	1
<b>Esquemas unifilares</b>	Esquemas unifilares de los siguientes cuadros de distribución: – Cuadro general. – Taller de reparación. – Oficinas/almacén. – Aparcamiento.	4
<b>Esquemas multifilares</b>	En este grupo están incluidos todos los esquemas desarrollados de los cuadros que tiene la instalación, tanto los de distribución como los de automatismos (fuerza y mando).	8
<b>Regleteros</b>	Representan todas y cada una de las conexiones realizadas en las bornas de la instalación.	11
<b>Mangueras</b>	En un solo plano, se indican las conexiones realizadas con mazos de cables. En este caso, todas están relacionadas con la alimentación de motores.	1
<b>Planos de situación</b>	Representan la colocación exacta y la superficie que ocupan cada uno de los elementos de los cuadros.	6
<b>Programa del autómatas</b>	Representa la solución LD del programa de control para la puerta automática y el aparcamiento. Se ha resuelto de forma genérica para que pueda ser aplicado a cualquier tipo de autómatas.	1



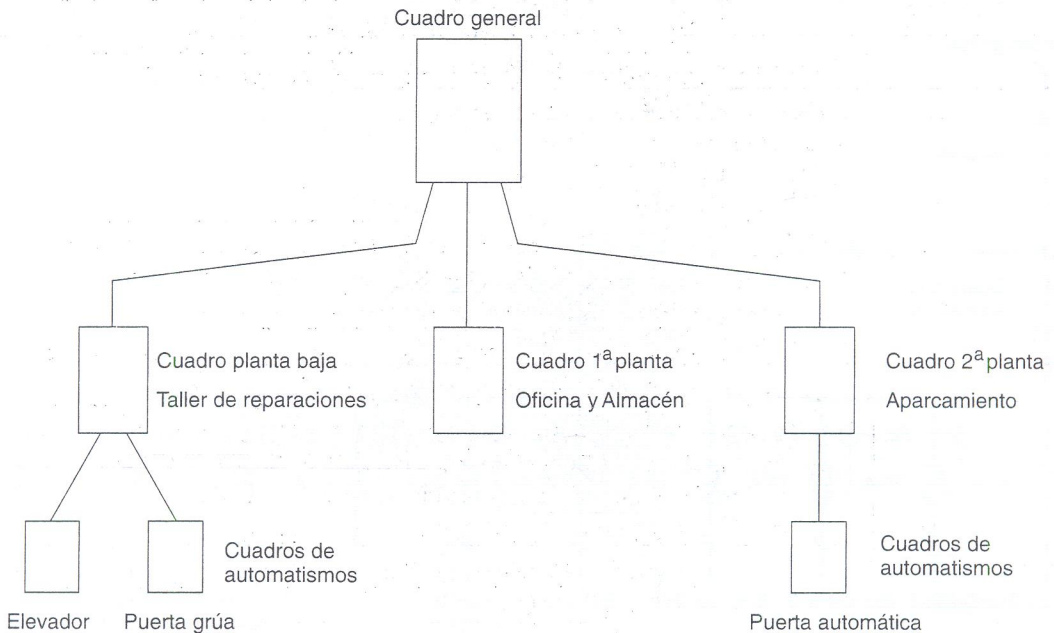
#### Recuerda

Una unidad funcional es uno de los módulos que componen una envolvente eléctrica.

## Colección de planos



**Figura 8.26.1.** Aparcamiento.



**Figura 8.26.2.** Taller de automoción. Organización de los cuadros.

# Esquemas unifilares

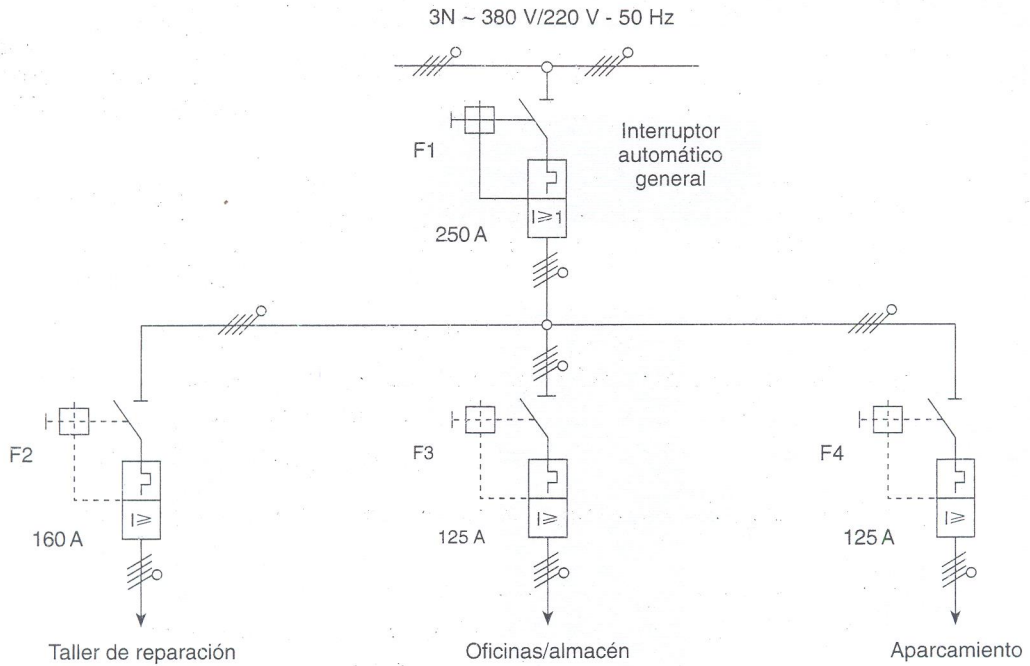


Figura 8.26.3. Cuadro general.

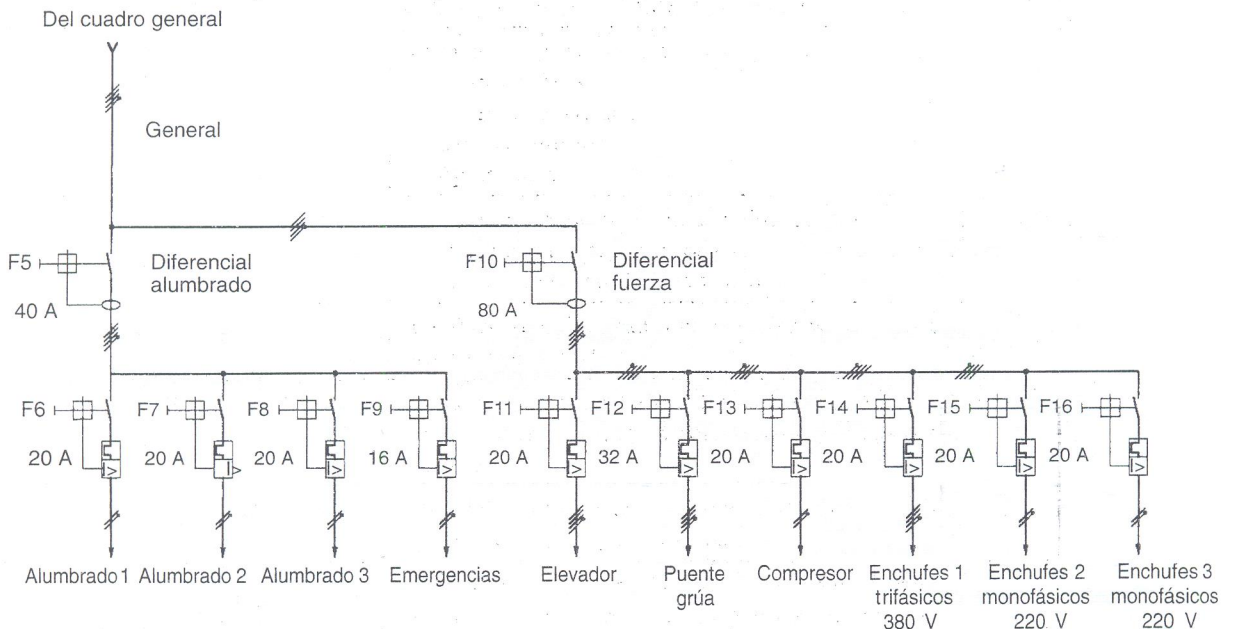


Figura 8.26.4. Cuadro planta baja. Taller de reparación.



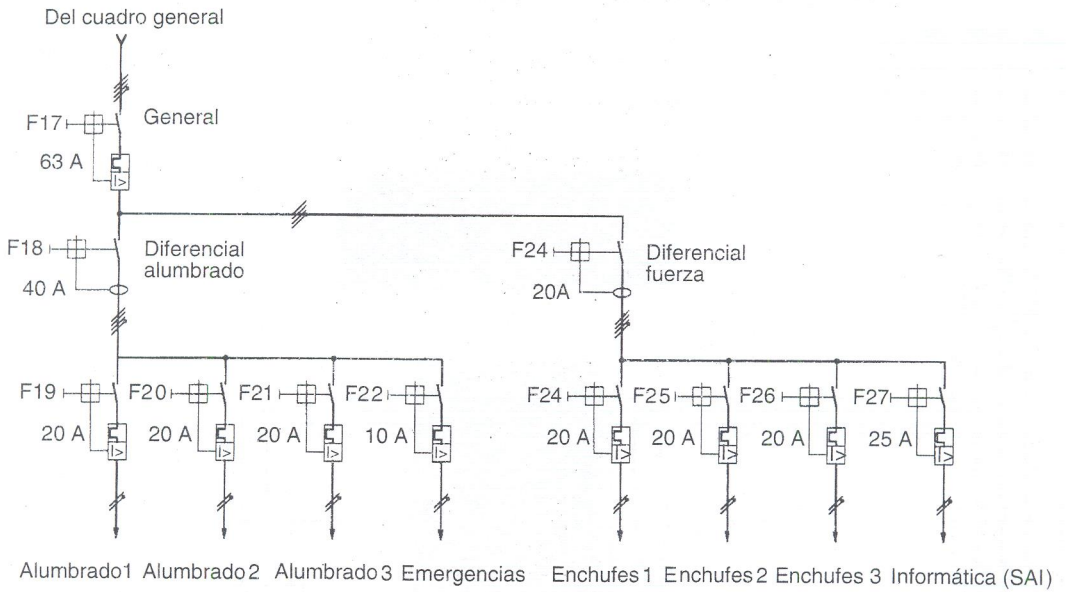


Figura 8.26.5. Cuadro primera planta. Oficinas/almacén.

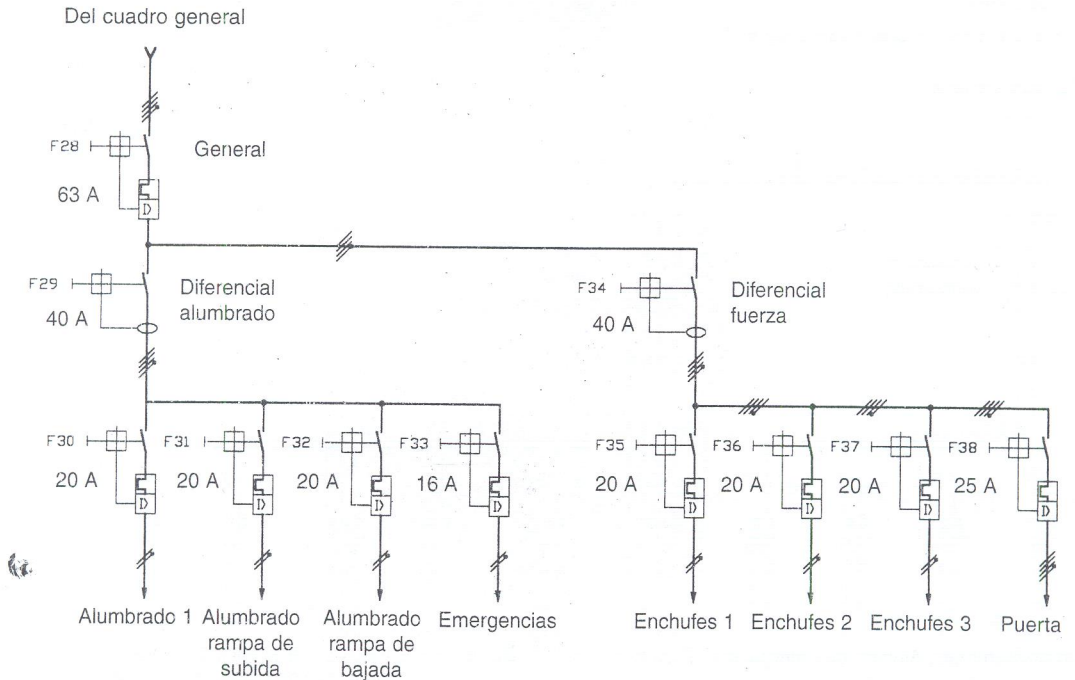


Figura 8.26.6. Taller de automoción. Cuadro segunda planta. Aparcamiento.

# Esquemas multifilares

Hoja 1/8

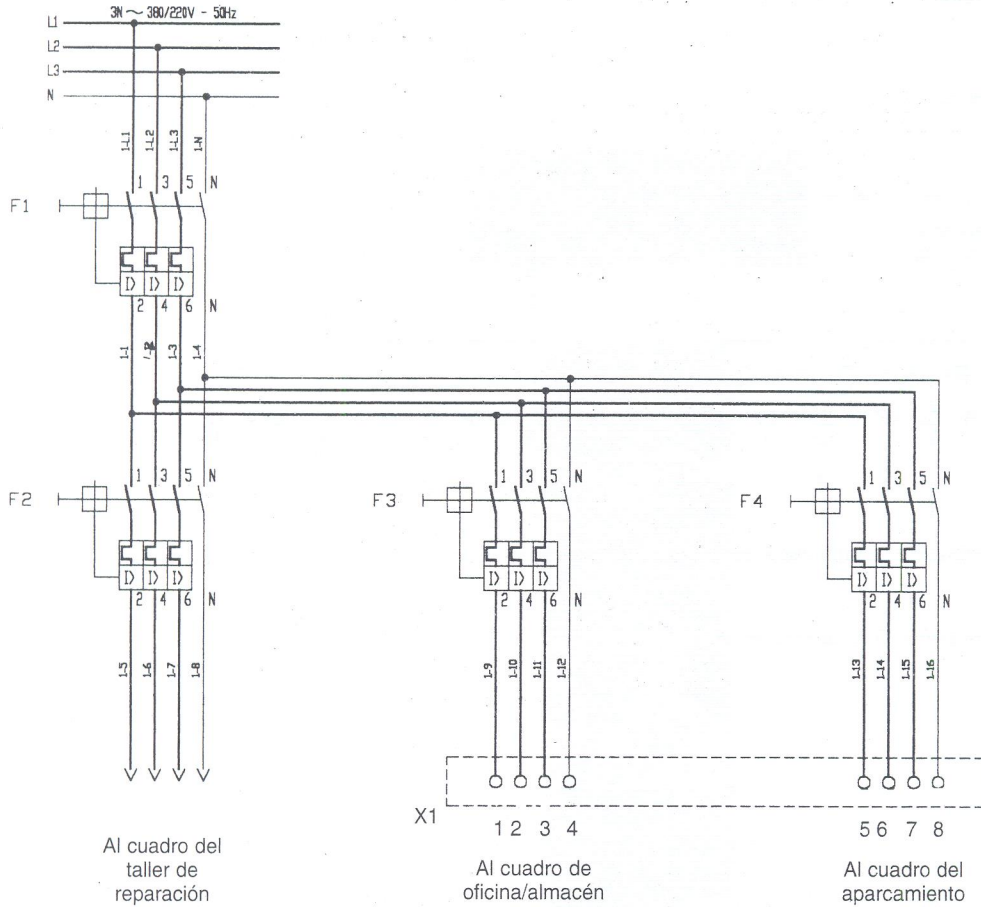


Figura 8.26.7. Esquemas multifilares. Cuadro general.

Hoja 2/8

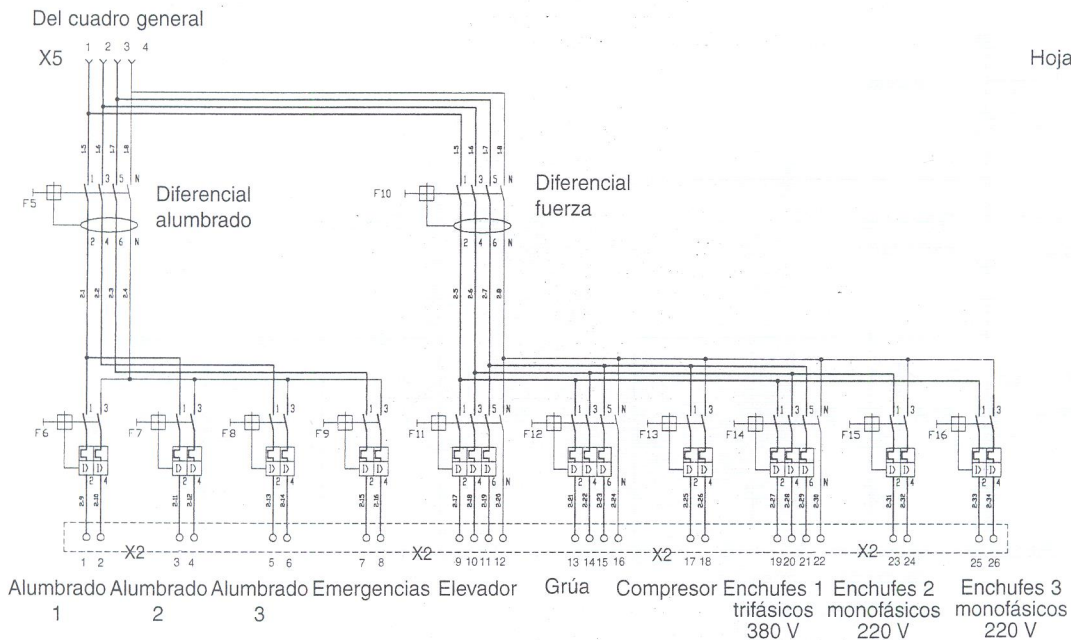


Figura 8.26.8. Esquemas multifilares. Cuadro del Taller.

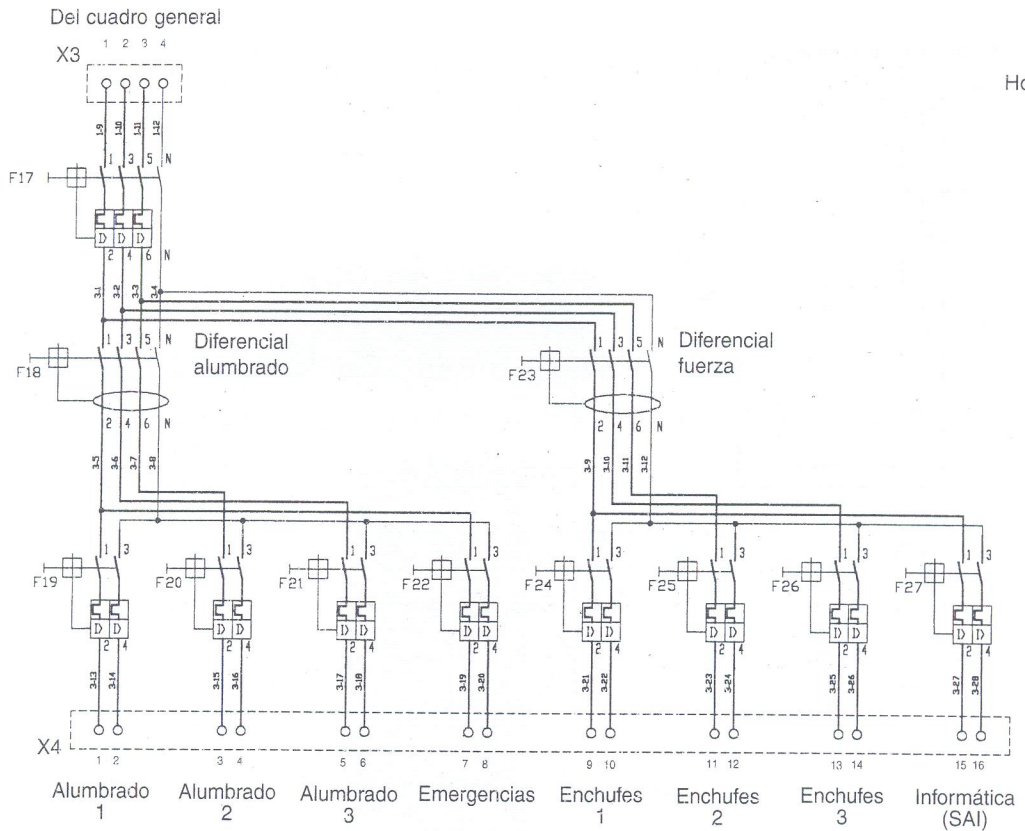


Figura 8.26.9. Esquemas multifilares. Cuadro oficina/almacén.

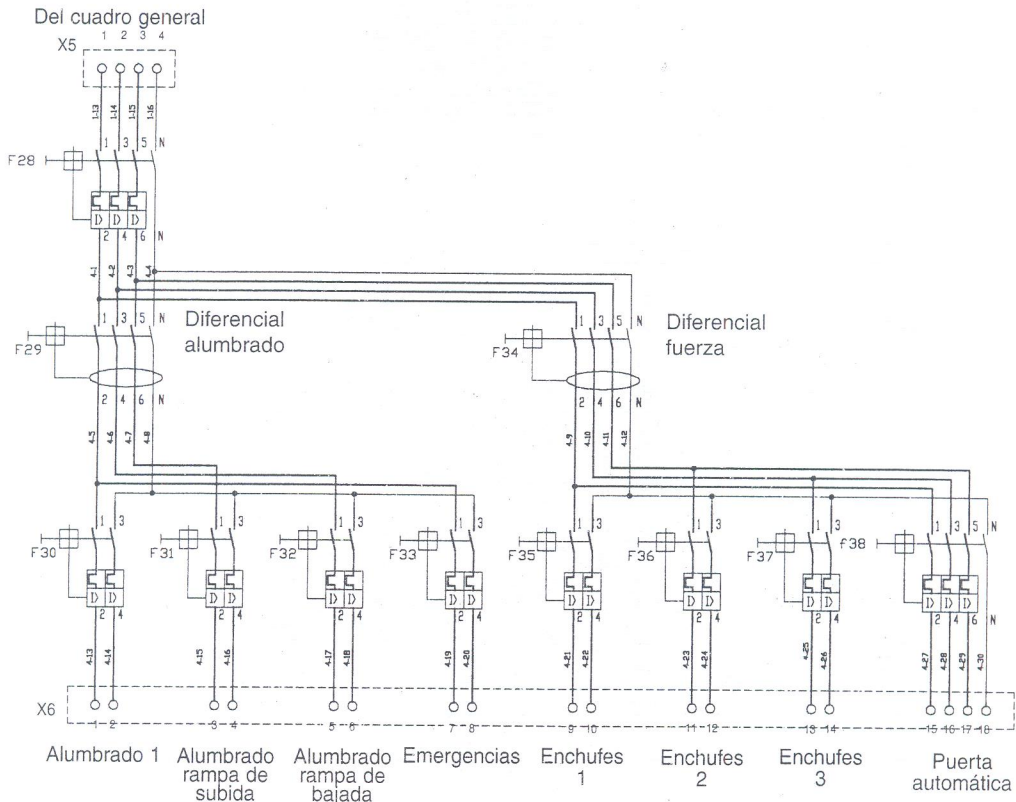


Figura 8.26.10. Esquemas multifilares. Cuadro aparcamiento.



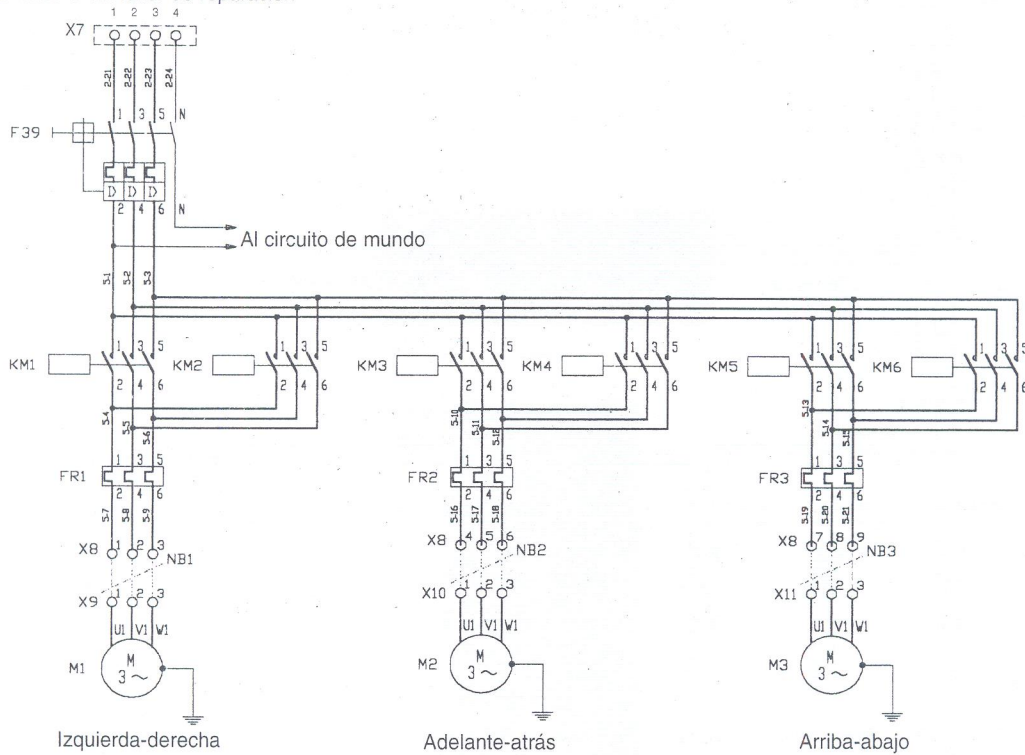


Figura 8.26.11. Esquemas multifilares. Puente grúa. Circuito de fuerza.

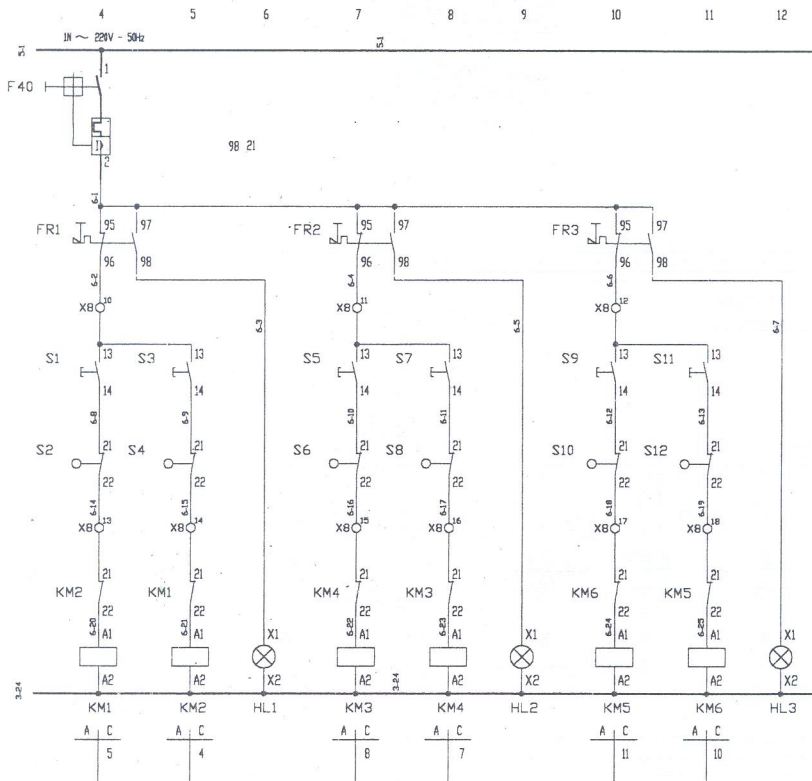


Figura 8.26.12. Puente grúa. Circuito de mando.

Del cuadro del taller de reparación

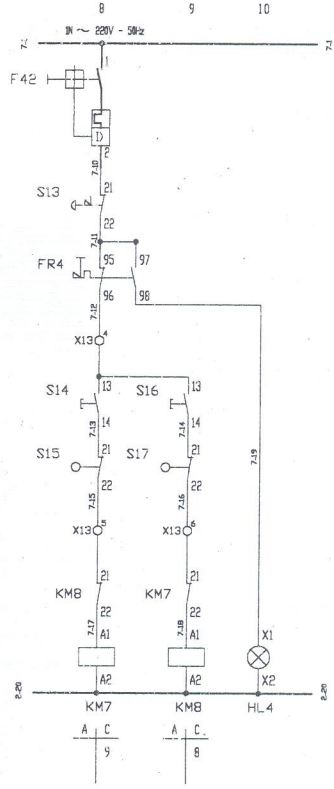
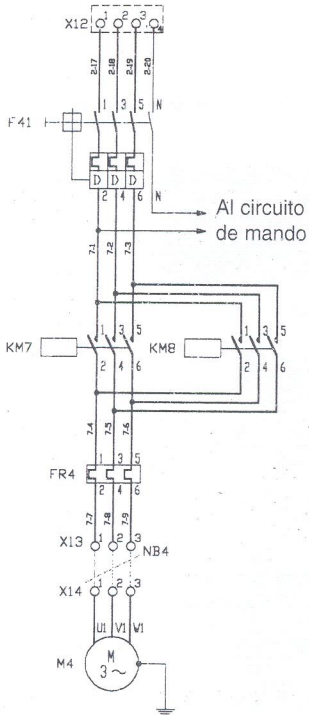


Figura 8.26.13. Elevador de vehículos. Circuito de fuerza y mando.

Del cuadro del aparcamiento

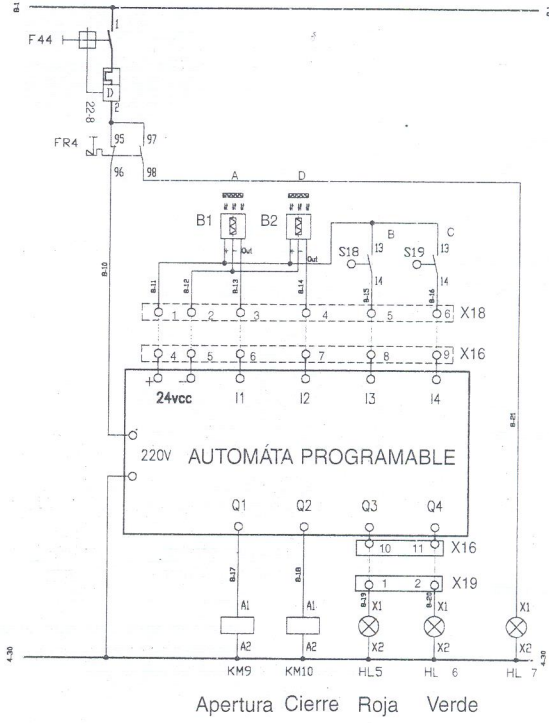
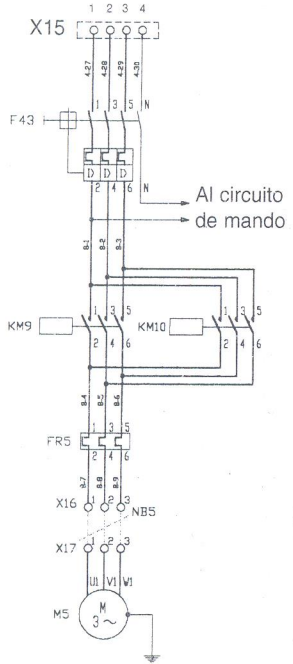


Figura 8.24.14. Puerta automática. Circuito de fuerza y mando.

# Planos de situación

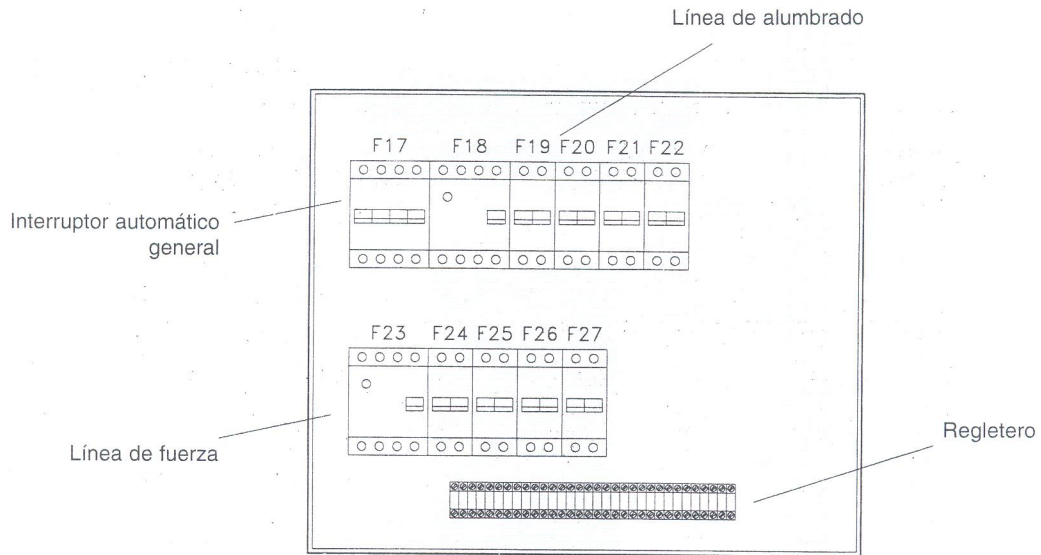


Figura 8.26.15. Cuadro de distribución. Oficinas/almacén. Plano de situación.

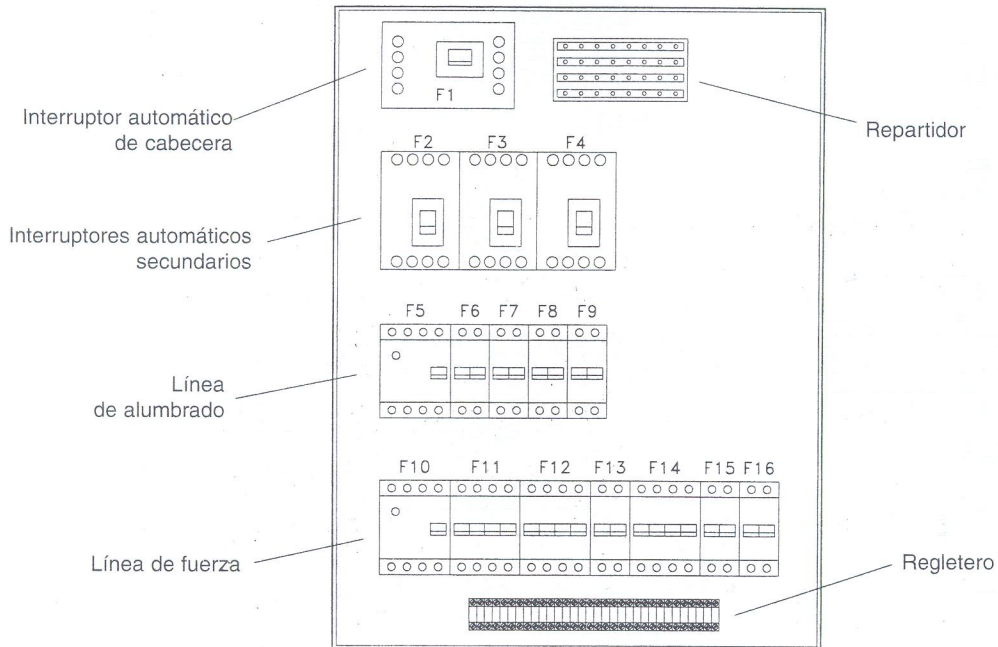


Figura 8.26.16. Cuadro. Taller de reparaciones.



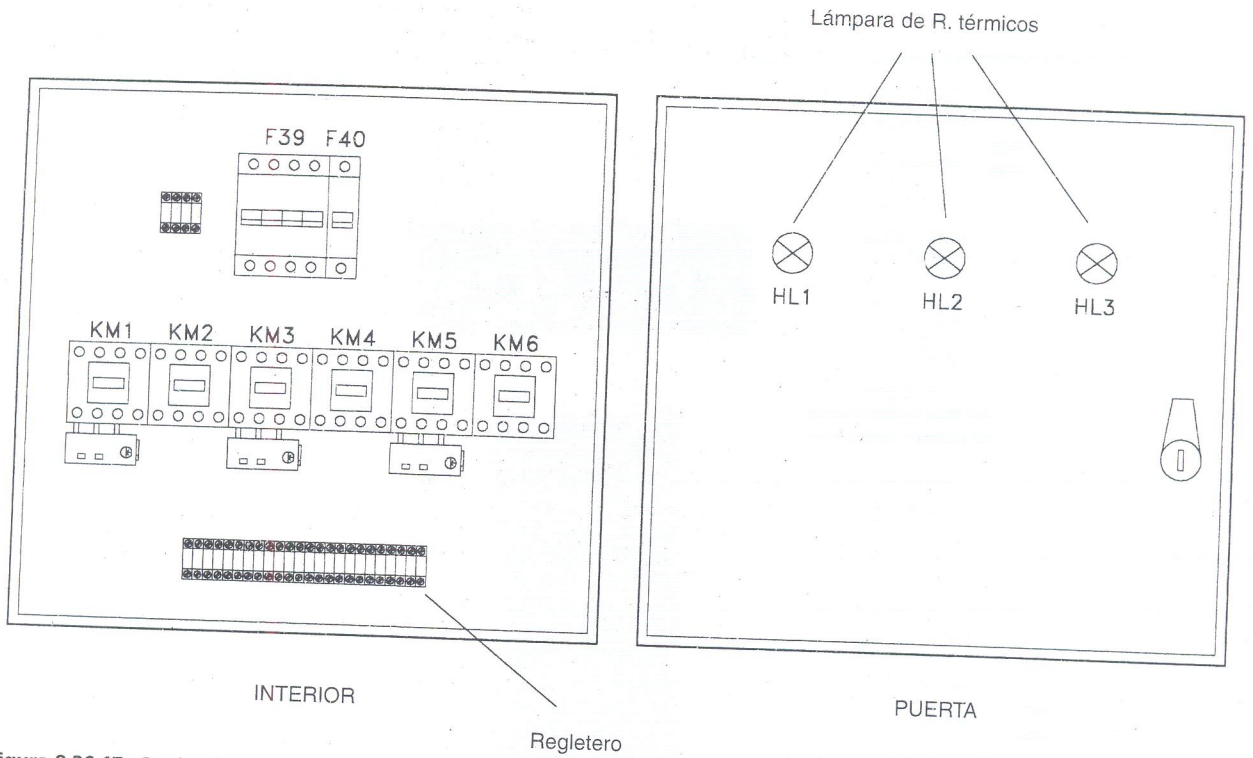


Figura 8.26.17. Cuadro de automatismo. Grúa.

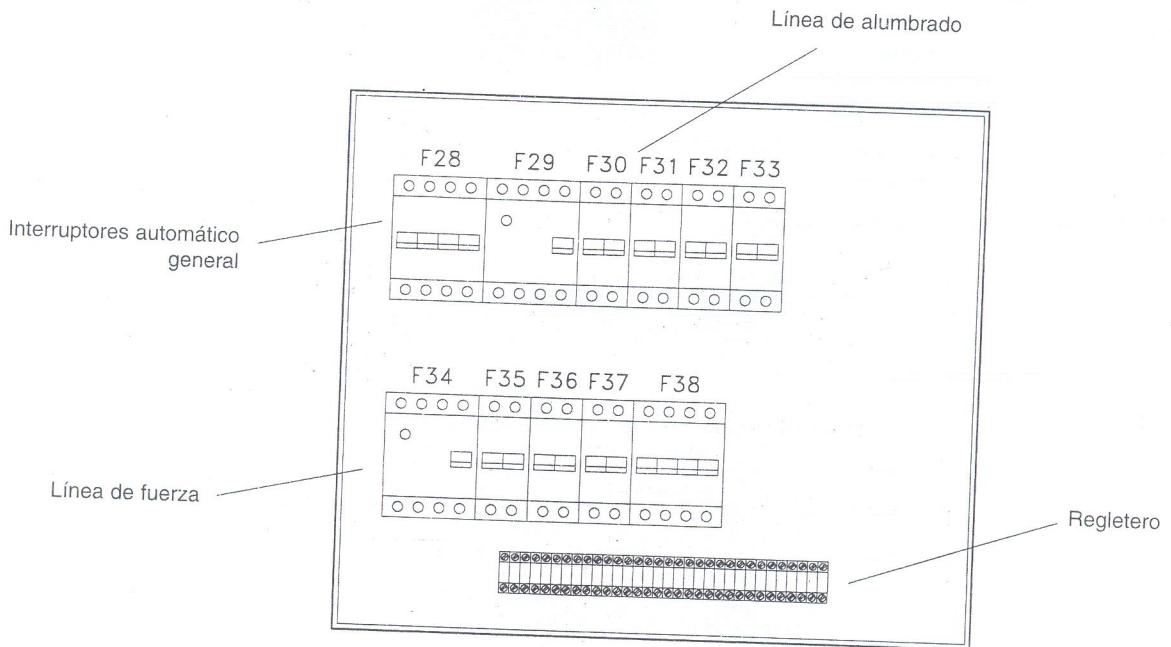


Figura 8.26.18. Cuadro de distribución. Aparcamiento.

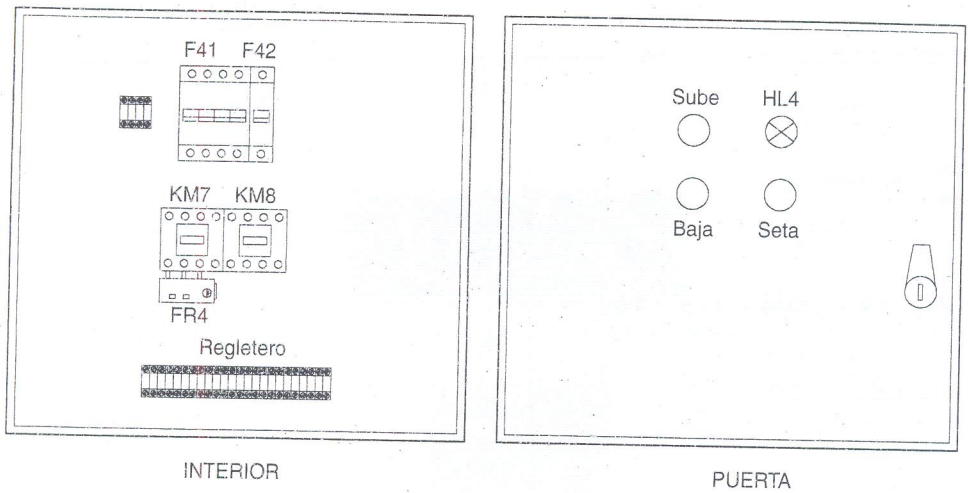


Figura 8.26.19. Cuadro de automatismo. Elevador.

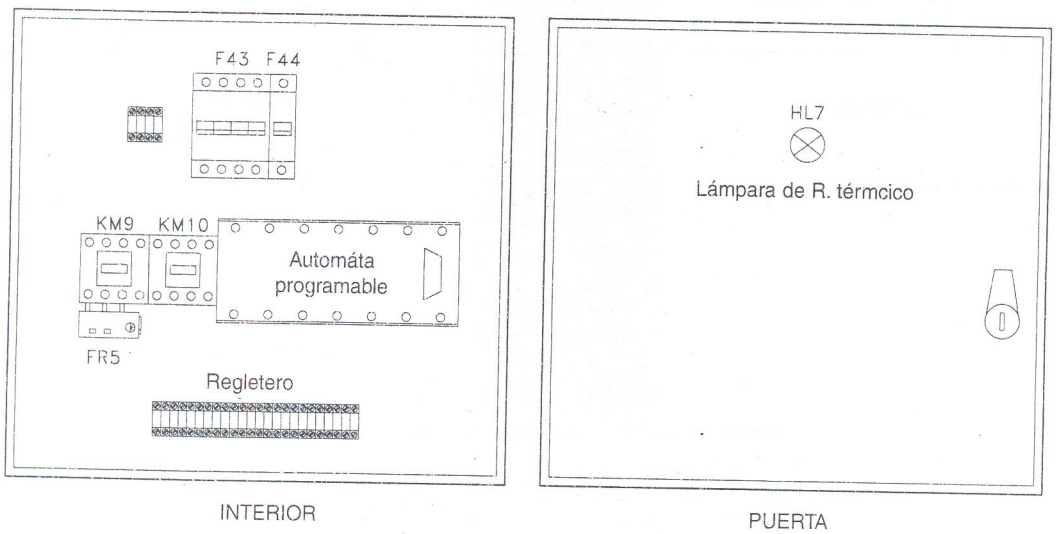


Figura 8.26.20. Cuadro de automatismo. Puerta automática.

## Planos de regleteros

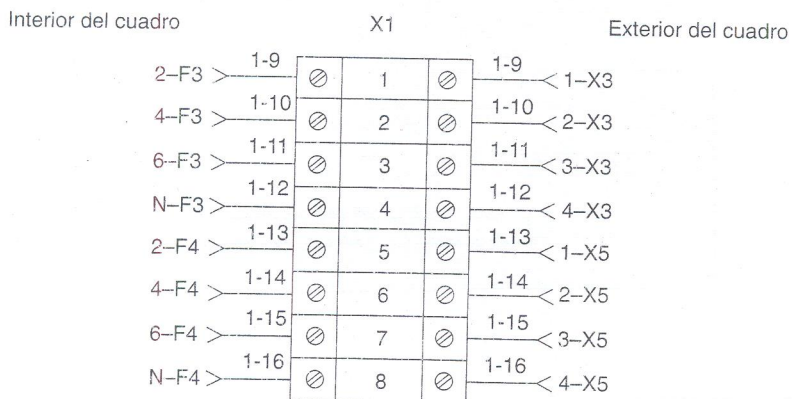


Figura 8.26.21. Cuadro general. Regletero X1.

Inicio de curso

X2

Fin de curso

2-F6	> 2-6	⊗	1	⊗	2-6	<	Abstracto 1
4-F6	> 2-7	⊗	2	⊗	2-7	<	
2-F7	> 2-1	⊗	3	⊗	2-11	<	Abstracto 2
4-F7	> 2-12	⊗	4	⊗	2-12	<	
2-F8	> 2-13	⊗	5	⊗	2-13	<	Abstracto 3
4-F8	> 2-14	⊗	5	⊗	2-14	<	
2-F9	> 2-15	⊗	7	⊗	2-15	<	Abstracto 4
4-F9	> 2-15	⊗	8	⊗	2-15	<	
2-F10	> 2-17	⊗	9	⊗	2-17	<	Abstracto 5
4-F10	> 2-18	⊗	10	⊗	2-18	<	
2-F11	> 2-19	⊗	11	⊗	2-19	<	Abstracto 6
4-F11	> 2-20	⊗	12	⊗	2-20	<	
2-F12	> 2-21	⊗	13	⊗	2-21	<	Abstracto 7
4-F12	> 2-22	⊗	14	⊗	2-22	<	
2-F13	> 2-23	⊗	15	⊗	2-23	<	Abstracto 8
4-F13	> 2-24	⊗	16	⊗	2-24	<	
2-F14	> 2-25	⊗	17	⊗	2-25	<	Abstracto 9
4-F14	> 2-25	⊗	18	⊗	2-25	<	
2-F15	> 2-27	⊗	16	⊗	2-27	<	Abstracto 10
4-F15	> 2-28	⊗	20	⊗	2-28	<	
2-F16	> 2-29	⊗	21	⊗	2-29	<	Abstracto 11
4-F16	> 2-30	⊗	22	⊗	2-30	<	
2-F17	> 2-31	⊗	23	⊗	2-31	<	Abstracto 12
4-F17	> 2-32	⊗	24	⊗	2-32	<	
2-F18	> 2-33	⊗	25	⊗	2-33	<	Abstracto 13
4-F18	> 2-34	⊗	26	⊗	2-34	<	

Figura 8.26.22. Cuadro de flujo de información - Sistema X2

Inicio	X2	Fin	Inicio	X2	Fin
1-F17	> 1-7	⊗	1-6	<	1-X1
2-F17	> 1-10	⊗	1-10	<	2-X1
3-F17	> 1-9	⊗	1-9	<	3-X1
4-F17	> 1-8	⊗	1-8	<	4-X1
1-F25	> 1-1	⊗	1	<	1-X1
3-F26	> 1-2	⊗	2	<	3-X1
1-F23	> 1-15	⊗	2	<	1-X1
4-F26	> 1-16	⊗	4	<	1-X1

Figura 8.26.23 - Sistema X2 y X3





Figura 8.26.24. Cuadro oficina. Regletero X4.

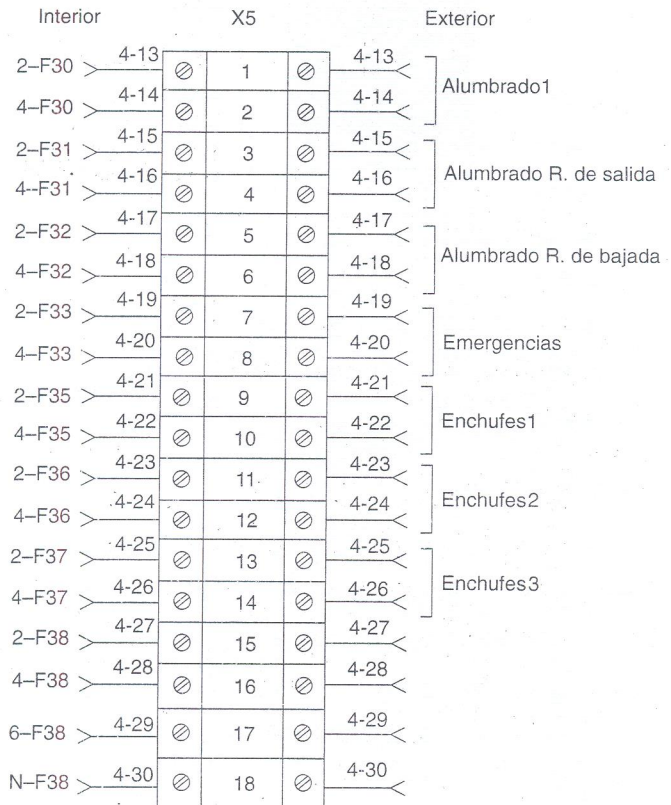
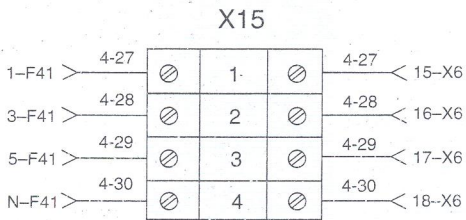
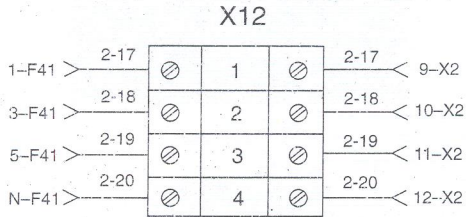
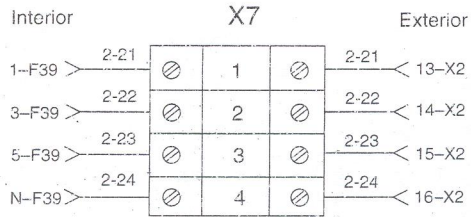
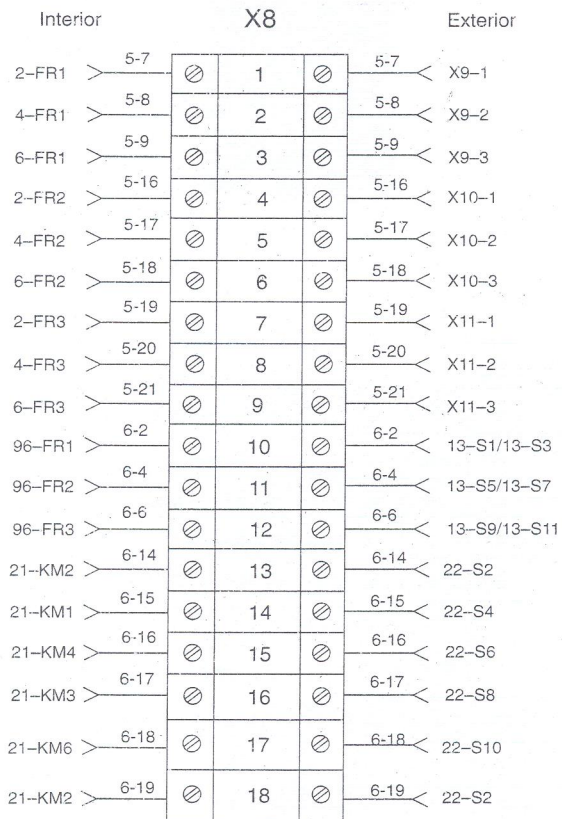


Figura 8.26.25. Cuadro aparcamiento. Regletero X6.



**Figura 8.26.26.** Regleteros X7, X12 y X15.



**Figura 8.26.27.** Regletero X8.

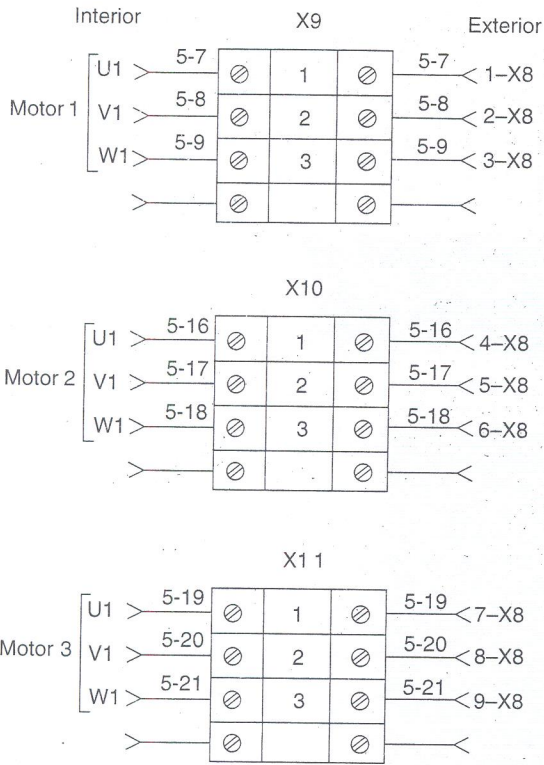


Figura 8.26.28. Regleteros X9, X10 y X11.

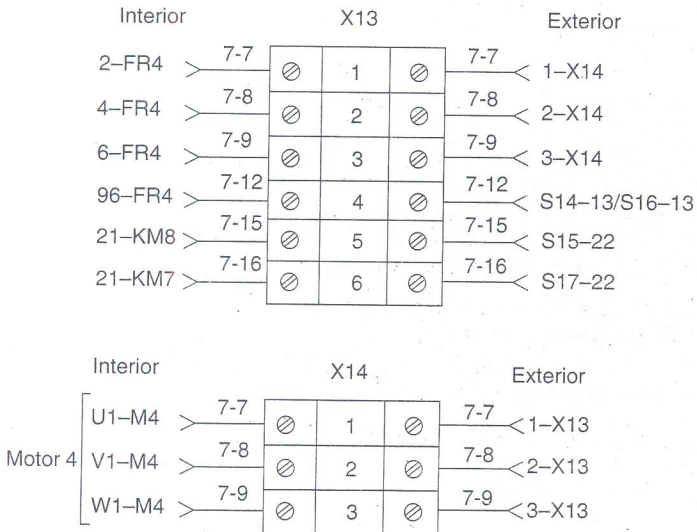


Figura 8.26.29. Regleteros X13 y X14.



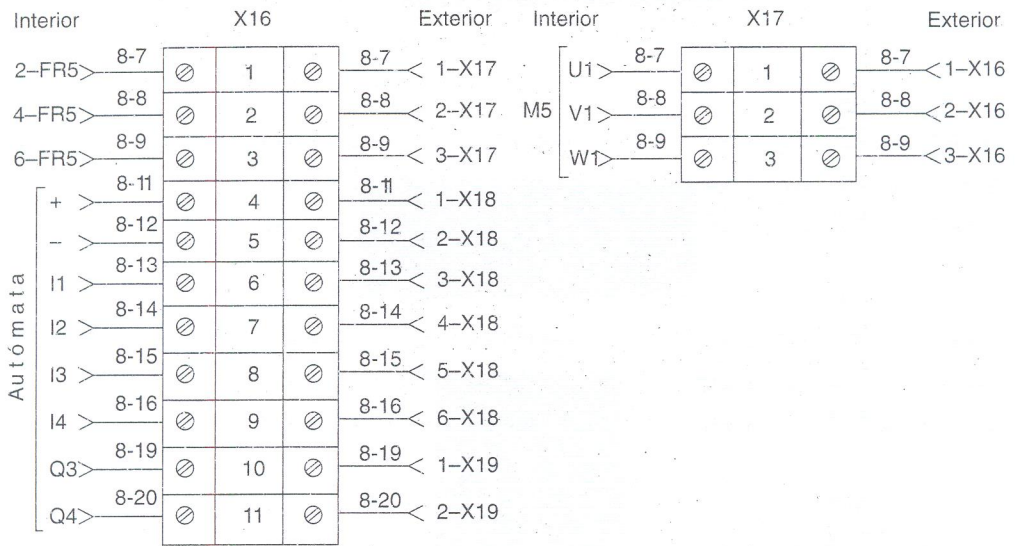


Figura 8.26.30. Regleteros X16 y X17.

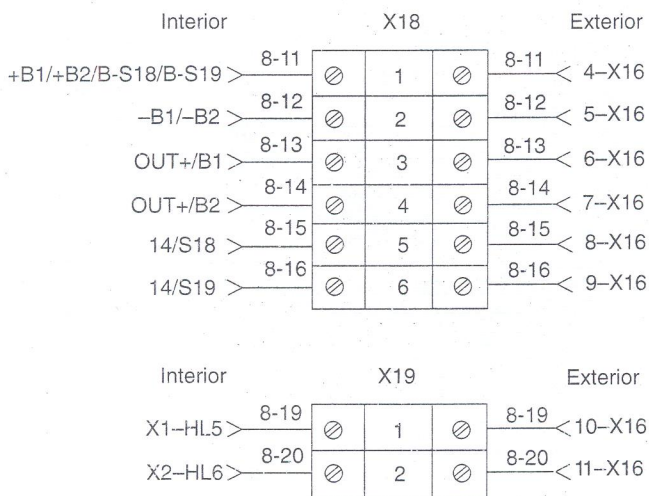


Figura 8.26.31. Regleteros X18 y X19.

## Planos de mangueras

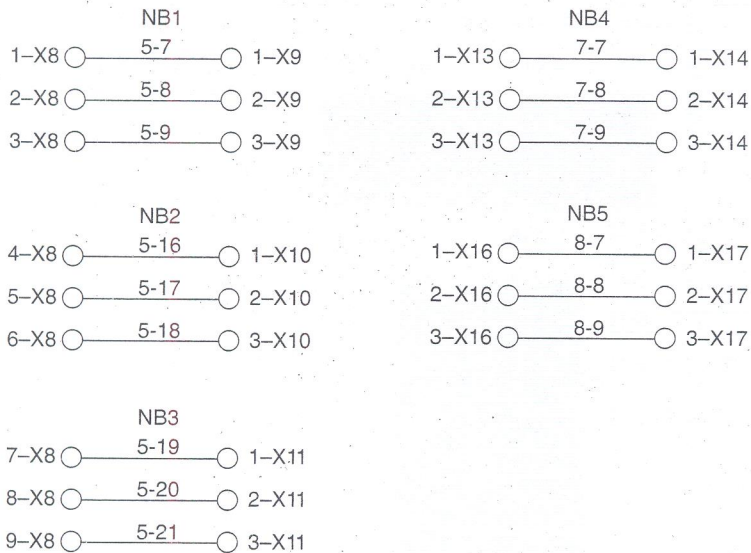


Figura 8.26.32. Mangueras.

## Planos autómatas

**Q1** Apertura puerta

$$S = A \cdot \overline{Q2} \cdot \overline{Q3}$$

$$R = B$$

**T** Temporización puerta

$$T = B \cdot \overline{A}$$

**Q2** Cierre puerta

$$S = T \cdot \overline{Q1}$$

$$R = C \cdot A \cdot \overline{Q3}$$

**Cnt** Contador

$$\text{Incremento } CU = A \cdot \overline{Q3}$$

$$\text{Decremento } CD = D$$

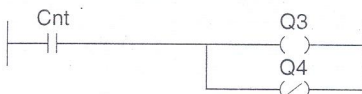
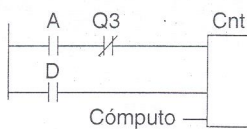
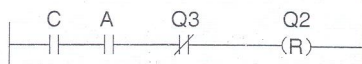
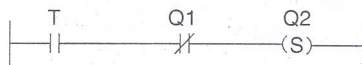
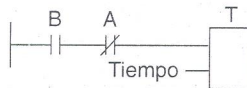
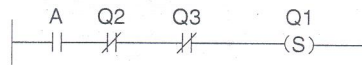
**Q3** Luz roja semáforo

$$Q3 = \text{Cnt}$$

**Q4** Luz verde semáforo

$$Q4 = \text{Cnt}$$

Programa en LD



Asociación de variables a las E/S del autómatas:

A = I1

B = I3

C = I4

D = I2

Q1 = Q1

Q2 = Q2

Q3 = Q4

Q4 = Q4

Figura 8.26.33. Automatismo aparcamiento.

## 2.3. Elección de los materiales

Una vez diseñados todos los planos del proyecto, se eligen los elementos necesarios para la instalación.

Inicialmente, se eligen las envolventes que alojan todos los aparatos, teniendo en cuenta su grado de protección respecto al local donde están instaladas.

En segundo lugar, se realiza un listado de materiales para cada uno de los cuadros teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- Aparatos de protección.
- Regleteros.
- Accesorios para el cableado (barras, marcado de cables y punteras).
- Aparatos de automatismos cableados.
- Aparatos de automatismos programados.
- Accesorios para la unión del cuadro con la instalación, prensaestopas, racores, canaletas, etc.

### a) Elección de las envolventes

Los cuadros necesarios para ejecutar el proyecto propuesto son:

En el taller de reparación:

Para el **cuadro de distribución**, se elige una envolvente que permita instalar interruptores de caja moldeada, además de aparatos para carril normalizado, ya que el cuadro general y el del taller de reparación están situados en la misma unidad funcional.

Debido a que en la zona se genera gran cantidad de polvo y humedad, y existen posibilidades de choques mecánicos, la envolvente tendrá un alto grado de protección.

Por tanto, las características idóneas para este cuadro serán:

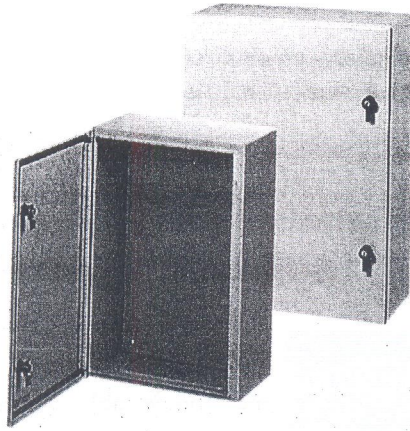
- Material metálico.
- Zona reservada para interruptores de caja moldeada.
- Zona para fijación de elementos en perfil normalizado.
- Entrada de cables superior e inferior.
- Placas desmontables pretroqueladas.
- Puerta independiente con empuñadura y cerradura.
- Fijación mural.
- Grado de protección mínimo: IP55-IK08.

Para el **cuadro del puente grúa**:

- Se elegirá una envolvente tipo cofre, de material metálico, que permita mecanizado en su puerta.
- Grado de protección mínimo: IP55-IK09.
- Fijación mural.
- Entrada de cables con racores y prensaestopas.

#### Recuerda

El código IPxx-IKxx es el grado de protección de las envolventes, dictado por la norma UNE EN 50529.



**Figura 8.27.** Cuadro tipo cofre para automatismos (Legrand).

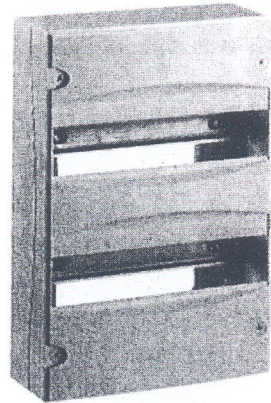
**Para el elevador de vehículos:**

- Es de similares características al anterior.

En la primera planta: oficinas - almacén

Se elige una envolvente de fijación mural, de material aislante, con o sin puerta transparente y que permita alojar elementos de protección fijados en carril normalizado. El grado de protección aconsejado es, como mínimo, IP41-IK08.

La entrada y salida de cables se hace con tubos de acero rígido, para la fuerza, y de PVC, para el alumbrado, unidos al cuadro con prensaestopas metálicos y aislantes respectivamente.



**Figura 8.28.** Cuadro de distribución (Legrand).

En la segunda planta: aparcamiento

**El cuadro de distribución:**

- De material metálico.
- Fijación de elementos sobre carril normalizado.
- Entrada de cables superior e inferior.
- Placas desmontables pretroqueladas.
- Puerta transparente con empuñadura y cerradura.
- Fijación mural.
- Grado de protección mínimo IP43-IK08.

**El cuadro del automatismo de la puerta automática:**

- Se elige una envolvente tipo cofre, de material metálico, que permita mecanizado en su puerta.
- Grado de protección mínimo: IP55-IK09.



- Fijación mural.
- Entrada de cables con racores y prensaestopas.

## B) Elección de los elementos de maniobra y protección

### Planta baja: taller de reparaciones:

Cuadro de distribución:

Interruptores de caja moldeada	
Características	Cantidad
1. 4 · 250 A	1
2. 4 · 160 A	1
3. 4 · 125 A	2

Interruptores magnetotérmicos	
Características	Cantidad
4. 2 · 16 A	1
5. 2 · 20 A	6
6. 4 · 20 A	2
7. 4 · 32 A	1

Cuadros de automatismos:

Elevador	Puente grúa:
Magnetotérmico tetrapolar.	Magnetotérmico tetrapolar.
Magnetotérmico monopolar.	Magnetotérmico monopolar.
Dos contactores.	Seis contactores.
Un relé térmico.	Tres relés térmicos.
Seta de emergencia.	Seis pulsadores de marcha.
Dos pulsadores de marcha.	Seis finales de carrera.
Dos finales de carrera.	Tres lámparas de señalización.
Una lámpara de señalización.	

#### Para saber más

Se denomina **seta de emergencia** a un pulsador de parada con enganche, utilizado para la desconexión total de una instalación o máquina en situaciones de peligro. Se coloca en lugares estratégicos de la instalación, para que pueda ser localizada fácilmente.

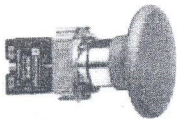


Figura 8.29.

### Primera planta: oficinas y almacén

Cuadro de distribución:

Interruptores diferenciales	
Características	Cantidad
- 4 · 40 A	2

Interruptores magnetotérmicos	
Características	Cantidad
8. 2 · 16 A	1
9. 2 · 20 A	6
10. 2 · 25 A	2
11. 4 · 63 A	1

Segunda planta: aparcamiento:

Cuadro de distribución:

Interruptores diferenciales		Interruptores magnetotérmicos	
Características	Cantidad	Características	Cantidad
- 4 · 40 A	2	12. 2 · 16 A	1
		13. 2 · 20 A	6
		14. 4 · 25 A	1
		15. 4 · 63 A	1

Cuadro de automatismo:

Puerta automática.

Magnetotérmico tetrapolar.

Magnetotérmico monopolar.

Relé térmico.

Dos contactores.

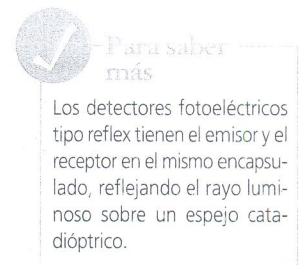
Un autómata programable con E/S digitales.

Dos detectores fotoeléctricos tipo reflex.

Un semáforo rojo-verde.

Una lámpara de señalización.

Dos finales de carrera.



## 2.4. Construcción

### a) Mecanizado

Una vez obtenida la lista de materiales que se van a utilizar, se pasa al montaje del cuadro, comenzando por el mecanizado. Para ello se toma como referencia los esquemas de situación.

#### Planta baja

Cuadro general y del taller de reparación:

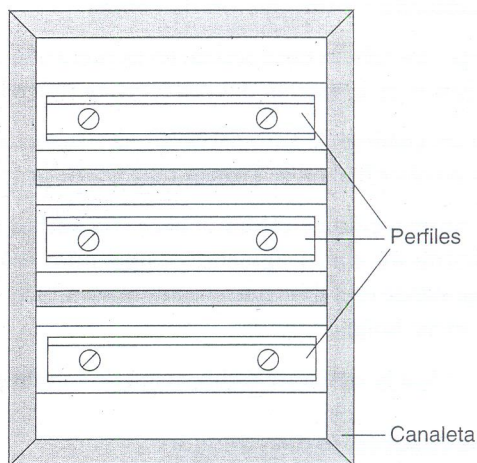
La envolvente destinada a alojar los interruptores generales y del taller de reparación tiene un mecanizado mínimo debido a que se utilizan tapas pretroqueladas y chasis con perfiles. Las únicas operaciones mecánicas a realizar son:

- Punzonado de la parte superior e inferior para la entrada y salida de cables por tubo de acero.
- Agujereado de los laterales para ventanillas de ventilación.
- Sujeción de los interruptores de caja moldeada al chasis con el kit de fijación que proporciona el fabricante.

Cuadro del automatismo de la grúa:

- Se realizan tres orificios en la puerta del cuadro para colocar las lámparas de señalización de disparo del relé térmico.

- En la parte superior, se colocan los prensaestopas para la entrada de cables por tubo de acero.
- En la placa se fijarán con remaches los tres perfiles normalizados y canaletas para el cableado según la figura:



**Figura 8.30.** Colocación de canaletas.

Cuadro del elevador de vehículos:

- Se realizan cuatro orificios en la puerta del cuadro, para colocar en ellos:
  - La lámpara de señalización del relé térmico.
  - Un pulsador de marcha.
  - Un pulsador de parada.
  - Una seta de emergencia.
- En la parte superior e inferior, se colocan los prensaestopas para la entrada de cables por tubo de acero helicoidal.
- En la placa se fijan con remaches los tres perfiles normalizados y canaletas para el cableado.

### Primera planta

Cuadro de almacén/oficinas

El único mecanizado necesario en este cuadro es el agujereado de la envolvente, para la instalación de los prensaestopas de entrada de tubos.

### Segunda planta

Se realizan las siguientes operaciones de mecanizado:

Cuadro de distribución del aparcamiento:

- Fijación de prensaestopas, en la parte superior e inferior, para llegada de cables con tubo de acero.

Cuadro de la puerta automática:

- Se realiza un orificio en la puerta del cuadro para colocar en la lámpara de señalización del relé térmico.
- En la parte superior e inferior, se colocan los prensaestopas para la entrada de cables por tubo de acero.
- En la placa se fijan con remaches los tres perfiles normalizados y canaletas para el cableado.



## b) Cableado y numeración de cables

- Todos los conductores acaban en puntera o terminal. La utilización de uno u otro depende de la sección del conductor empleado.
- En los cuadros de automatismos, la fijación de cables se hace bajo canaletas. En los de distribución se forman mazos, por grupos de líneas, con bridas de apriete.
- La numeración de cables se hace con anillas alfanuméricas. Cada conductor es identificado con el siguiente código: núm.-núm. (donde núm. 1 es el número de hoja donde está dibujado el cable y núm. 2, el número de orden que hace el cable en dicha hoja).
- Se utiliza la siguiente codificación de colores para el aislante de los conductores.

### En los cuadros de distribución:

Verde/amarillo: conductor de protección.

Azul claro: neutro.

Negro, marrón, etc...: para cualquier aplicación.

### En los cuadros de automatismos:

Negro: circuitos de fuerza.

Rojo: circuito de mando.

Naranja: enclavamiento.

- Para los regleteros, se utilizarán bornas fácilmente etiquetables, bien con anillas de plástico o con rotulador inalterable.
- La entrada de cables de todos los cuadros se hace sobre regletas. Excepto en el cuadro general en el que la llegada se hace directamente sobre un repartidor formado por cuatro pequeñas barras.
- La salida de cables de todos los cuadros se realiza con regletas.

## 2.5. Ensayo en vacío

Una vez construidos todos los cuadros y antes de realizar el montaje definitivo, es necesario comprobarlos en el taller donde se han construido.

Para realizar esta operación se debe disponer de los siguiente útiles:

- Un polímetro.
- Un pequeño motor trifásico. Si no se dispone de él pueden emplearse, en su lugar, varias lámparas de 220 V conectadas a sus respectivos portalámparas.
- Pequeños puentes de hilo rígido de 4 mm<sup>2</sup>.
- Un juego de herramientas de electricista.
- Una manguera de 4 hilos con clavija industrial.
- Una manguera de 2 hilos con clavija suko.

Para controlar el proceso de comprobación, utiliza el técnico la siguiente tabla, que permite localizar y reparar las averías una vez se han ejecutado todos los pasos.





Cuadro	Línea	ENSAYO EN VACÍO			ENSAYO EN CARGA		
		Bien	Mal	Descripción de la avería	Bien	Mal	Descripción de la avería
<b>General</b>	Taller de reparación Oficina/almacén Aparcamiento						
<b>Taller de reparación</b>	Alumbrado 1 Alumbrado 2 Alumbrado 3 Emergencias Elevador Puente grúa Compresor Enchufes 1 trifásicos Enchufes 2 bifásicos 2 Enchufes 3 bifásicos						
<b>Oficinas/almacén</b>	Alumbrado 1 Alumbrado 2 Alumbrado 3 Emergencias Enchufes 1 Enchufes 2 Enchufes 3 Informática						
<b>Aparcamiento</b>	Alumbrado 1 Alumbrado R. subida Alumbrado R. de bajada Emergencias Enchufes 1 Enchufes 2 Enchufes 3 Puerta automática						

## PROCESO DE COMPROBACIÓN

### A) CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

#### Cuadro General

- Poner en posición de desconectados todos los interruptores automáticos.
- Alimentar el interruptor F1, con una manguera de 4 x 2,5, de una red trifásica con neutro.
- Activar el interruptor F1.
- Activar F2.
- Comprobar la tensión, (con el polímetro), que existe en los terminales superiores del interruptor F5.
- Desactivar F2 y activar F3.
- Comprobar, con el polímetro, la tensión en los bornes 1-2-3-4 del regletero X1.
- Desactivar F3 y activar F4.
- Comprobar, con el polímetro, la tensión en los bornes 5-6-7-8 del regletero X1.

Si todas las pruebas son correctas, el Cuadro General estará preparado para su instalación en planta.

#### Cuadro del taller de reparación

Ya que este cuadro se encuentra en la misma envolvente que el general, la conexión a la red ya está realizada en el proceso anterior.

Activar el interruptor F1 y F2.

Comprobar que existe tensión en los bornes superiores de F5 y F10 con estos desactivados.

Activar el interruptor diferencial F5.

Activar el interruptor magnetotérmico F6.

Comprobar la tensión en los bornes 1-2 del regletero X2.

Desactivar F6.

Activar el interruptor magnetotérmico F7.

Comprobar la tensión en los bornes 3-4 del regletero X2.

Desactivar F7.

Activar el interruptor magnetotérmico F8.

Comprobar la tensión en los bornes 5-6 del regletero X2.

Desactivar F8.

Activar el interruptor magnetotérmico F9.

Comprobar la tensión en los bornes 7-8 del regletero X2.

Desactivar F9.

Desactivar en diferencial F5.

Si todas las comprobaciones son correctas, el circuito de alumbrado del taller de reparación está verificado.

Activar el diferencial F10.

Activar el interruptor magnetotérmico F11.

Comprobar la tensión en los bornes 9-10-11-12 del regletero X2.

Desactivar F11.

Activar el interruptor magnetotérmico F12.

Comprobar la tensión en los bornes 13-14-15-16 del regletero X2.

Desactivar F12.

Activar el interruptor magnetotérmico F13.

Comprobar la tensión en los bornes 17-18 del regletero X2.

Desactivar F13.

Activar el interruptor magnetotérmico F14.  
Comprobar la tensión en los bornes 19-20-21-22 del regletero X2.  
Desactivar F14.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F15.  
Comprobar la tensión en los bornes 23-24 del regletero X2.  
Desactivar F15.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F16.  
Comprobar la tensión en los bornes 25-26 del regletero X2.  
Desactivar F16.  
Desactivar F10.

Si todas las comprobaciones son correctas, el circuito de *fuera* del taller de reparación está verificado.

---

#### Cuadro Oficina/almacén

Poner en posición OFF todos los interruptores del cuadro.  
Alimentar el regletero X3, en sus bornes 1-2-3-4, con una manguera de 4 hilos, de una red trifásica con neutro.  
Activar F17.  
Comprobar la tensión en los bornes superiores de los I. diferenciales F18 y F23.  
Activar F18.

---

Activar F19.  
Comprobar la tensión en los bornes 1-2 del regletero X4.  
Desactivar F19.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F20.  
Comprobar la tensión en los bornes 3-4 del regletero X4.  
Desactivar F20.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F21.  
Comprobar la tensión en los bornes 5-6 del regletero X4.  
Desactivar F21.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F22.  
Comprobar la tensión en los bornes 7-8 del regletero X4.  
Desactivar F22.  
Desactivar el diferencial F18.

---

Si todas las comprobaciones son correctas, el circuito de *alumbrado* de la primera planta está verificado.

Activar el interruptor diferencial F23.  
Activar el interruptor magnetotérmico F24.  
Comprobar la tensión en los bornes 9-10 del regletero X4.  
Desactivar F24.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F25.  
Comprobar la tensión en los bornes 11-12 del regletero X4.  
Desactivar F25.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F26.  
Comprobar la tensión en los bornes 13-14 del regletero X4.  
Desactivar F26.

---



Activar el interruptor magnetotérmico F27.  
Comprobar la tensión en los bornes 15-16 del regletero X4.  
Desactivar F27.  
Desactivar F23.

Si todas las comprobaciones son correctas, el circuito de *fuera* de la primera planta está verificado.

---

#### Cuadro aparcamiento

Poner en posición OFF todos los interruptores del cuadro.  
Alimentar el regletero X5 en sus bornes 1-2-3-4, con una manguera de 4 hilos, de una red trifásica con neutro.  
Activar F28.  
Comprobar la tensión en los bornes superiores de los I. diferenciales F29 y F34.  
Activar el interruptor diferencial F29.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F30.  
Comprobar la tensión en los bornes 1-2 del regletero X6.  
Desactivar F30.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F31.  
Comprobar la tensión en los bornes 3-4 del regletero X6.  
Desactivar F31.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F32.  
Comprobar la tensión en los bornes 5-6 del regletero X6.  
Desactivar F32.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F33.  
Comprobar la tensión en los bornes 7-8 del regletero X6.  
Desactivar F33.  
Desactivar el interruptor diferencial F29.

Si todas las comprobaciones son correctas, el circuito de *alumbrado* de la segunda planta está verificado.

---

Activar el interruptor diferencial F34.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F35.  
Comprobar la tensión en los bornes 9-10 del regletero X6.  
Desactivar F35.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F36.  
Comprobar la tensión en los bornes 11-12 del regletero X6.  
Desactivar F36.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F37.  
Comprobar la tensión en los bornes 13-14 del regletero X6.  
Desactivar F37.

---

Activar el interruptor magnetotérmico F38.  
Comprobar la tensión en los bornes 15-16-17-18 del regletero X6.  
Desactivar F38.  
Desactivar el interruptor diferencial F34.

Si todas las comprobaciones son correctas, el circuito de *fuera* de la segunda planta está verificado.

De esta forma quedan comprobados todos los cuadros de distribución.

---



## B) CUADROS DE AUTOMATISMOS

### Puente grúa

#### Comprobación del circuito de fuerza:

- Poner en posición OFF todos los interruptores automáticos del cuadro.
- Conectar el motor trifásico en los bornes 1-2-3 del regletero X8.
- Alimentar el regletero X7 en sus bornes 1-2-3-4, con una manguera de 4 hilos, de una red trifásica con neutro.
- Accionar el interruptor F39.
- Pulsar, manualmente, sobre el martillo de KM1.
- Comprobar que el motor gira en un sentido.
- Soltar KM1.
- Pulsar sobre el martillo de KM2.
- Comprobar que el motor gira en sentido contrario.
- Soltar KM2.
- Repetir la misma operación en los bornes 4-5-6 de X8, accionando los contactores KM3 y KM4.
- Idem para KM5 y KM6 con el motor conectado entre los bornes 7-8-9 de X8.

Si todas las comprobaciones son correctas, el circuito de fuerza del automatismo de la grúa está verificado.

---

#### Comprobación del circuito de mando:

- Poner en posición OFF todos los interruptores automáticos del cuadro.
- Soltar momentaneamente el conductor 3-24, que alimenta los bornes A2 de todas las bobinas, del circuito de fuerza.
- Con una regleta de conexión, conectar uno de los conductores de la manguera de prueba a dicho cable.
- Conectar el otro cable de la manguera bifásica, en la borna 4 del regletero X12.
- Enchufar la clavija Suko en cualquier base cercana.
- Accionar el interruptor automático F40.
- Puentear la borna 10 y 13 de X8, la bobina de KM1 se acciona.
- Pulsar el botón de TEST del relé térmico FR1, la bobina se desactiva y HL1 se enciende.
- Retirar el puente.
- Colocarlo de nuevo entre el borne 10 y 14 de X8, la bobina KM2 se acciona.
- Retirar el puente.
- Pulsar el botón de TEST del relé térmico FR1, la bobina se desactiva y HL1 se enciende.
- Puentear la borna 11 y 15 de X8, la bobina de KM3 se acciona.
- Pulsar el botón de TEST del relé térmico FR2, la bobina se desactiva y HL2 se enciende.
- Retirar el puente.
- Colocarlo de nuevo entre el borne 11 y 16 de X8, la bobina KM4 se acciona.
- Retirar el puente.
- Pulsar el botón de TEST del relé térmico FR2, la bobina se desactiva y HL2 se enciende.
- Puentear la borna 12 y 17 de X8, la bobina de KM5 se acciona.
- Pulsar el botón de TEST del relé térmico FR3, la bobina se desactiva y HL3 se enciende.
- Retirar el puente.
- Colocarlo de nuevo entre el borne 12 y 18 de X8, la bobina KM6 se acciona.
- Retirar el puente.
- Pulsar el botón de TEST del relé térmico FR3, la bobina se desactiva y HL3 se enciende.

- Poner en posición OFF el interruptor F40.
- Conectar el cable 3-24, soltado anteriormente, en su borne de origen.

Si todas las comprobaciones son correctas, el circuito de mando del automatismo de la grúa está verificado.

---

### Elevador de vehículos

#### Comprobación del circuito de fuerza:

- Poner en posición OFF todos los interruptores automáticos del cuadro.
- Conectar el motor trifásico en los bornes 1-2-3 del regletero X13.
- Alimentar el regletero X12 en sus bornes 1-2-3-4, con una manguera de 4 hilos, de una red trifásica con neutro.
- Accionar el interruptor F41.

- Pulsar, manualmente, sobre el martillo de KM7.
- Comprobar que el motor gira en un sentido.
- Soltar KM7.
- Pulsar sobre el martillo de KM8.
- Comprobar que el motor gira en sentido contrario.
- Soltar KM8.

Si todas las comprobaciones son correctas, el circuito de fuerza del automatismo del elevador está verificado.

#### Comprobación del circuito de mando:

- Poner en posición OFF todos los interruptores automáticos del cuadro.
- Soltar momentáneamente el conductor 2-20 conectado al circuito de fuerza que alimenta los bornes A2 de todas las bobinas.
- Con una regleta de conexión, conectar uno de los conductores de la manguera de prueba a dicho cable.
- Conectar el otro cable de la manguera bifásica, en la borna 4 del regletero X12.
- Enchufar la clavija suko en cualquier base cercana.
- Accionar el interruptor automático F42.
- Puentear la borna 4 y 5 de X13, la bobina de KM7 se acciona.
- Pulsar el botón de TEST del relé térmico FR4, la bobina se desactiva y HL4 se enciende.
- Retirar el puente.
- Colocarlo de nuevo entre el borne 4 y 6 de X13, la bobina KM8 se acciona.
- Retirar el puente.
- Pulsar el botón de TEST del relé térmico FR4, la bobina se desactiva y HL4 se enciende.

Si todas las comprobaciones son correctas, el circuito de *mando* del automatismo del elevador está verificado.

#### Aparcamiento

##### Comprobación del circuito de fuerza:

- Poner en posición OFF todos los interruptores automáticos del cuadro.
- Conectar el motor trifásico en los bornes 1-2-3 del regletero X16.
- Alimentar el regletero X15 en sus bornes 1-2-3-4, con una manguera de 4 hilos, de una red trifásica con neutro.
- Accionar el interruptor F43.
- Pulsar, manualmente, sobre el martillo de KM9.
- Comprobar que el motor gira en un sentido.
- Soltar KM9.
- Pulsar sobre el martillo de KM10.
- Comprobar que el motor gira en sentido contrario.
- Soltar KM10.

Si todas las comprobaciones son correctas, el circuito de fuerza del automatismo del aparcamiento está verificado.

##### Comprobación del circuito de mando:

- Poner en posición OFF todos los interruptores automáticos del cuadro.
- Soltar momentáneamente el conductor 4-30 conectado al circuito de fuerza que alimenta los bornes A2 de todas las bobinas.
- Con una regleta de conexión, conectar uno de los conductores de la manguera de prueba a dicho cable.
- Conectar el otro cable de la manguera bifásica, en la borna 4 del regletero X15.
- Enchufar la clavija suko en cualquier base cercana.
- Accionar el interruptor automático F4.
- Puentear la borna 4 y 6 de X16 y soltarla después de un segundo, KM9 se activa.
- Puentear la borna 4 y 8 de X16, KM9 se desactiva.
- Mantener el puente hasta que KM10 se active.
- Soltar el puente.
- Puentear las bornas 4 y 9 de X16, KM10 se desactiva.

De esta forma queda comprobada la apertura de la puerta.

Para verificar el funcionamiento del contador:

- Puentear entre 4-6 de X16, tantas veces como número límite se haya programado en el contador.
- Se activa HL6 y se apaga HL5.
- Si es puenteada la borna 4 y 7 de X16, una sola vez, las lámparas vuelven a su posición de reposo. HL5 encendida y HL6 apagada.
- En cualquier momento de la prueba, si es accionado el pulsador de TEST de FR4, el autómatas se queda sin tensión y la lámpara HL7 se enciende.

Si todas las comprobaciones son correctas, el circuito de *mando* del automatismo del aparcamiento está verificado.

## 2.6. Instalación

El siguiente paso a dar en el desarrollo del proyecto es la instalación en planta de cada uno de los cuadros. Genéricamente se realizan las siguientes operaciones:

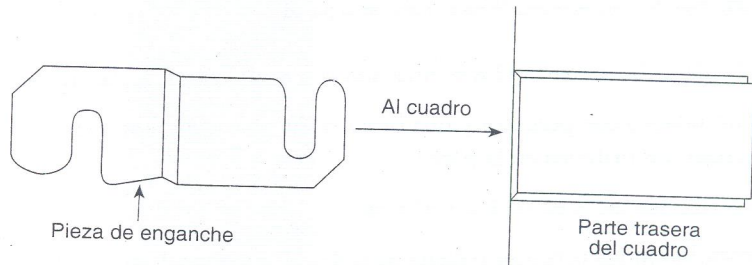
- Fijación del cuadro.
- Adaptación a la instalación.
- Conexión de conductores de entrada a los regleteros.

### a) Fijación del cuadro

Generalmente todos los cuadros traen un kit de fijación que facilita el montaje del cuadro sobre la pared. Para esta operación, se hace imprescindible seguir las instrucciones dadas por el fabricante para que sea correcta la colocación y utilización de los elementos.

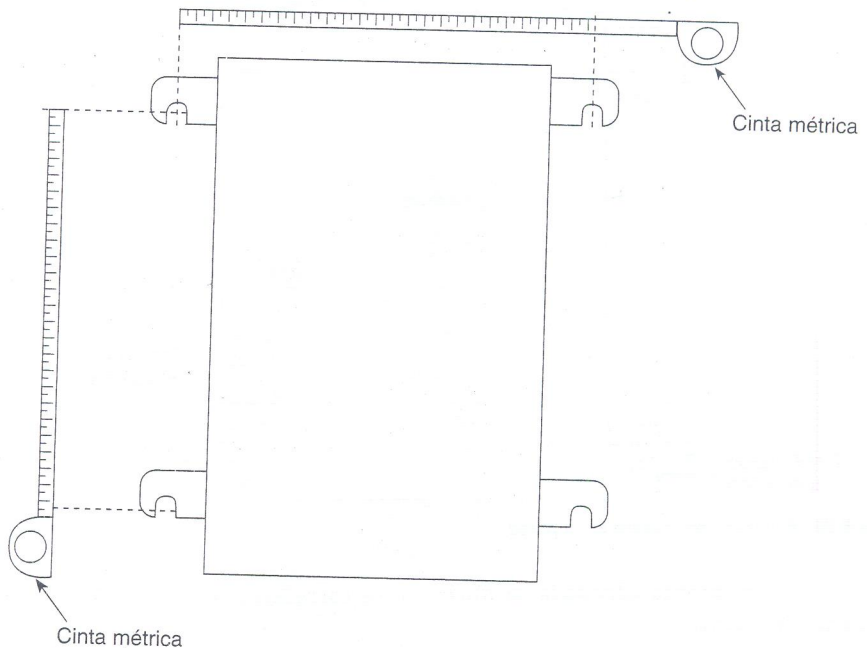
Un ejemplo puede ser el siguiente:

- Se colocan las piezas de enganche en los canales situados en la parte trasera del cuadro.



**Figura 8.33.** Pieza de enganche para cuadros de fijación mural.

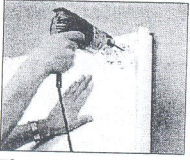
- Se toman las medidas oportunas entre los orificios de estas piezas.



**Figura 8.34.** Medida de distancias para orificios.

Para saber más

Fijación mural de un cuadro eléctrico.



**Figura 8.32.**



3. Si el fabricante no la proporciona, se realiza una plantilla sobre papel con las medidas anteriores. Esto evitará errores en el marcado.

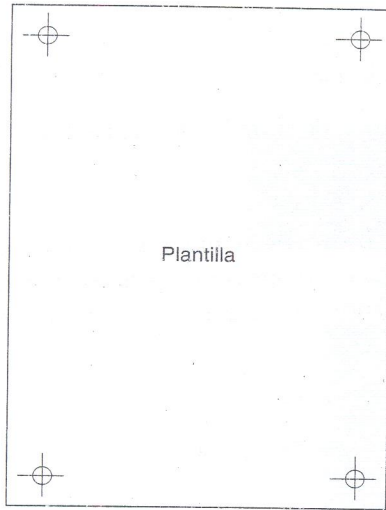


Figura 8.35. Plantilla para el marcado de orificios en la pared.

4. Con la plantilla, se marcan los puntos donde se realizarán los taladros en la pared.
5. Con un taladro con percutor y una broca de Widia apropiada al taco a utilizar, se realizan los orificios en la pared.
6. Se insertan los tacos en dichos orificios.
7. Se atornillarán los tornillos o elementos de enganche en los tacos de plástico.
8. Se eleva el cuadro, a la altura requerida, y se apoyan las piezas de enganche sobre los tornillos.

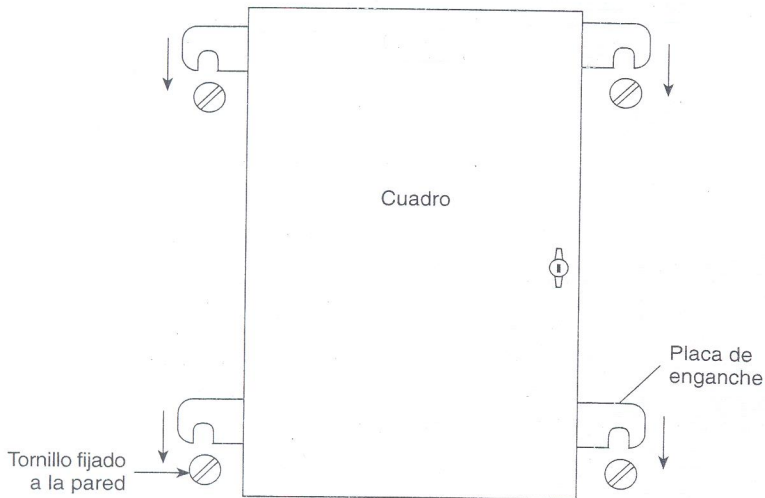


Figura 8.36. Enganche del cuadro en la pared.

9. Con la herramienta adecuada, se aprietan los tornillos para fijar definitivamente el cuadro.
10. Se comprobará que la fijación ha sido correcta.



## b) Adaptación a la instalación

Una vez que el cuadro se ha fijado a la pared, con o sin la placa interior montada, se procede a realizar la adaptación de las canalizaciones a la entrada de tubos y cables que se habían previsto en el mecanizado. Se fijan definitivamente los prensaestopas, para los tubos, y placas adaptadoras para las canalizaciones. Cualquiera que sea el sistema de entrada de cables, se respetará el grado de protección que se había fijado para la envolvente.

## c) Conexión de los conductores

Cada una de las líneas exteriores, que alimentan receptores, será conexionada a su grupo de regletas, según la siguiente tabla:

Líneas que salen de cada regletero		
Regletero	Bornas	Línea
X1	1-2-3-4 5-6-7-8	Línea general a oficina/almacén Línea general al aparcamiento
X2	1-2 3-4 5-6 7-8 9-10-11-12 13-14-15-16 17-18 19-20-21-22 23-24 25-26	Alumbrado 1 Alumbrado 2 Alumbrado 3 Emergencias Elevador Grúa Compresor Enchufes 3 x 380 V Enchufes 2 x 220 V Enchufes 2 x 220 V
X4	1-2 3-4 5-6 7-8 9-10 11-12 13-14 15-16	Alumbrado 1 Alumbrado 2 Alumbrado 3 Emergencias Enchufes 1 Enchufes 2 Enchufes 3 Informática
X6	1-2 3-4 5-6 7-8 9-10 11-12 13-14 15-16-17-18	Alumbrado 1 Alumbrado R. de subida Alumbrado R. de bajada Emergencias Enchufes 1 Enchufes 2 Enchufes 3 Puerta automática
X8	1-2-3 4-5-6 7-8-9	Motor 1 Motor 2 Motor 3
X13	1-2-3	Motor 4
X16	1-2-3	Motor 5

Cada línea tiene su conductor de toma de tierra, que está conectado al regletero general, situado en cada uno de los cuadros de distribución.

Las conexiones de los elementos de captación, finales de carrera y pulsadores, se realizan según los esquemas de mando.

### 1.7. Puesta en marcha (ensayo en carga)

Una vez que todas las líneas han sido conectadas a los diferentes cuadros, ha llegado el momento de su puesta en marcha con las cargas reales que han de controlar.

En los cuadros de distribución, se prueban cada una de las líneas de forma individual, de modo similar al ensayo en vacío.

En este caso no se realizan medidas con el polímetro en el regletero, sino que se observa que las luminarias se encienden, que los enchufes están bajo tensión, que arranca el compresor, etc. Los cuadros de automatismos son los últimos a comprobar, prestando especial atención al sentido de giro de los motores, cambiando las fases en los casos que sea necesario.