

# MONTAJE E INSTALACIÓN DE CUADROS DE MANIOBRA Y CONTROL

CONSIGUE TU  
TITULACIÓN OFICIAL

Manual Técnico para el Instalador de  
Máquinas y Equipos Industriales



CONTENIDOS BASADOS EN EL REAL DECRETO 941/1997  
Certificado de profesionalidad de la ocupación de instalador de máquinas y equipos industriales

  
ideaspropias  
EDITORIAL

# Montaje e Instalación de Cuadros de Maniobra y Control

---



# Montaje e Instalación de Cuadros de Maniobra y Control

---

Máquinas y Equipos Industriales

**Ficha de catalogación bibliográfica**

**Montaje e instalación de cuadros de maniobra y control**

**1ª Edición**

**IdeasPropias, Editorial. Vigo, 2003**

**ISBN: 84-96153-65-7**

**Formato: 17 x 24 cm. • Páginas: 168**

**MONTAJE E INSTALACIÓN DE CUADROS DE MANIOBRA Y CONTROL.**

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

DERECHOS RESERVADOS 2003, respecto a la primera edición en español, por

© IdeasPropias Editorial.

ISBN Colección:

ISBN: 84-96153-65-7

Deposito Legal: C- -2003

Autores: Pilar Fernández Soto y Nuria Fernández Soto

Editora: Marta Barros Puga

Diseño: IdeasPropias Publicidad, S.L.

Coordinación Editorial: NetBiblio, S.L.

Compuesto en: Centerprint, S.L. Eduardo Bóveda

Ilustraciones Portada: Alia • 3d-bts@3d-bts.com

Maquetación: Opción Gráfica Coruña

Impreso en: JosmanPress

Impreso en España - Printed in Spain.

## ÍNDICE

1.	Conocimientos básicos de electricidad y elementos eléctricos .....	1
1.1.	Introducción .....	1
1.2.	Conocimientos de electricidad.....	2
1.2.1.	Introducción .....	2
1.2.2.	Tipos de corrientes .....	4
1.2.3.	Tipologías de conexión eléctrica .....	7
1.3.	Conocimiento de componentes eléctricos .....	12
1.3.1.	Introducción .....	12
1.3.2.	Componentes principales de cuadros de maniobra y control .....	13
1.3.3.	Verificación de termostatos, temporizadores y presostatos .....	18
1.4.	Tipos de conductores.....	19
1.4.1.	Introducción .....	19
1.4.2.	Normas de canalización de conductores .....	20
1.4.3.	Reunión de conductores bajo una cubierta de protección común .....	24
	AUTOEVALUACIÓN 1 .....	33
1.5.	Aparatos de medida y control .....	34
1.5.1.	Introducción .....	34
1.5.2.	Tipos de aparatos de medida y control .....	34
1.5.3.	Funcionamiento y utilización de los aparatos de medida y control eléctricos utilizados en la instalación de máquinas y equipos industriales.....	36
1.5.4.	Regular aparatos de medición y control.....	40
1.6.	Funcionamiento y tipos de motores eléctricos.....	41
1.6.1.	Introducción .....	41
1.6.2.	Tipos de motores.....	41
1.6.3.	Funcionamiento de los motores.....	41
	AUTOEVALUACIÓN 2 .....	54
2	Representación de esquemas eléctricos y normativa aplicable .....	55
2.1.	Introducción .....	55
2.2.	Interpretación de planos y documentación técnica .....	55
2.3.	Técnicas de representación gráfica y simbología eléctrica .....	56
2.3.1.	Introducción .....	56
2.3.2.	Tipos de esquemas y representaciones eléctricas .....	57
2.3.3.	Simbología eléctrica.....	59
2.3.4.	Realizar esquemas del funcionamiento eléctrico de máquinas y sistemas.....	74
2.4.	Normativa aplicable.....	74
2.4.1.	Introducción .....	74
2.4.2.	Seguridad e Higiene .....	75
2.4.3.	Reglamento de Baja Tensión (RBT).....	76
	AUTOEVALUACIÓN 3 .....	90
3	Automatismos eléctricos.....	91
3.1.	Introducción .....	91
3.2.	Sistemas de regulación y control .....	91
3.3.	Automatismos eléctricos para mando, control y maniobra .....	92

3.3.1. Introducción .....	92
3.3.2. Electricidad aplicada a circuitos de mando y control .....	93
3.3.3. Electricidad aplicada a circuitos de potencia .....	93
3.3.4. Normativa aplicable.....	94
AUTOEVALUACIÓN 4 .....	98
4 Montaje e instalación de cuadros de maniobra, protección, regulación y control.....	99
4.1. Introducción .....	99
4.2. Preparación y mecanizado de armario.....	99
4.2.1. Introducción .....	99
4.2.2. Tipos de armarios .....	100
4.2.3. Mecanizado y preparación de los armarios .....	102
4.3. Conexión de los elementos .....	103
4.3.1. Introducción .....	103
4.3.2. Factores de corrección .....	110
4.3.3. Técnicas de etiquetado y señalización.....	119
4.3.4. Realizar la interconexión de los cuadros.....	119
4.4. Conectar cableado de cuadros a maquinaria del circuito de mando .....	120
4.4.1. Prescripciones generales.....	120
4.4.2. Conexión a motores eléctricos .....	125
4.5. Puesta en marcha .....	126
4.5.1. Introducción .....	126
4.5.2. Verificar puestas a tierra y aislamientos de máquinas y sistemas.....	127
4.5.3. Alimentar cuadros de maniobra y control .....	130
AUTOEVALUACIÓN 5 .....	132
RESUMEN .....	133
EXAMEN .....	135
SOLUCIONES A LAS AUTOEVALUACIONES .....	143
BIBLIOGRAFÍA.....	145

Consulte el catálogo de títulos en:

[www.ideaspropiaseditorial.com](http://www.ideaspropiaseditorial.com)







# Montaje e instalación de cuadros de maniobra y control

## 1. Conocimientos básicos de electricidad y dispositivos eléctricos

### 1.1. Introducción

Los cuadros de maniobra y control están constituidos por el agrupamiento de varios dispositivos eléctricos o electrónicos cuyo objetivo es realizar el mando de una instalación de acuerdo con los parámetros de funcionamiento de la misma.

Hay que partir de la idea de que un montador e instalador de cuadros no es normalmente la persona que los diseña, pues el desarrollo de automatismos complejos requiere una alta especialización que no es objeto del presente módulo.

Pero que un montador no realice el desarrollo del esquema eléctrico no es óbice para que no deba conocer cada uno de los componentes del mismo, para poder hacerse una idea de la función que realiza y la interacción con los demás elementos componentes del esquema.

Por otra parte hay que tener en cuenta que la electricidad industrial, debido a la gran cantidad de aplicaciones en las que se halla presente y a la peligrosidad que entraña, ha sido sujeta a multitud de normas para el desarrollo de sus montajes. Es por ello que, tanto el montaje de los armarios como su instalación, debe cumplir en todo momento los requerimientos normativos aplicables. Todo este módulo será desarrollado utilizando en lo posible información directamente extraída de la normativa existente a fin de hacer llegar tanto los requerimientos aplicables como la terminología típica de uso en dichas normas.

En este tema en concreto, tal y como reza en el título, se mostrarán los conocimientos básicos para el montaje e instalación de armarios neumáticos. De acuerdo con esto, se considera necesario el conocimiento de:

- **Conceptos de electricidad básicos:**

Es necesario ser capaz de identificar conceptos básicos para poder saber en cada momento de qué se nos está hablando en cada uno de los casos en que tratemos con elementos eléctricos.

- **Conocimiento de los componentes eléctricos:**

Aunque la gran cantidad de aplicaciones eléctricas que podemos encontrar en la industria ha hecho surgir una extensa variedad de dispositivos adaptados a las particularidades de las mismas, el conocimiento de los dispositivos básicos es esencial en aras a poder llevar a cabo un montaje de acuerdo con las especificaciones.

- **Capacidad de selección de conductores:**

Sobre todo en el proceso de instalación es necesario el ser capaz de lograr identificar y seleccionar los elementos conductores básicos para la realización de ésta.

- **Conocimiento de los medios de control:**

Al igual que de los dispositivos de trabajo, es imprescindible también, el conocimiento de los principales aparatos de medida y control eléctricos.

- **Conocimiento de los actuadores:**

Todo el desarrollo de los cuadros eléctricos en la industria tiene normalmente unos objetivos concretos, entre estos objetivos destaca la alimentación de actuadores y entre ellos, los motores eléctricos.

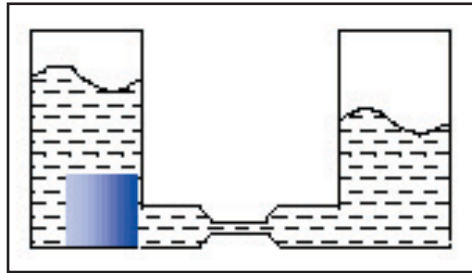
## **1.2. Conocimientos de electricidad**

### **1.2.1. Introducción**

Es de todos conocido la importancia de la electricidad tanto en el ámbito doméstico como en el industrial, de todas formas aún la electricidad es una gran desconocida.

Dejando a un lado el conocimiento histórico de los orígenes del estudio de la electricidad, podemos abreviar describiendo la situación actual. Hoy en día, a partir de una red eléctrica se obtiene una corriente eléctrica que es la que circula a través de los dispositivos eléctricos, lámparas, motores, etc. Otra forma que tenemos de lograr corriente eléctrica es mediante un acumulador galvánico, o sea, pilas y baterías.

Podemos definir tres conceptos fundamentales de la electricidad mediante el uso del denominado símil hidráulico.



Imaginemos dos depósitos de agua conectados como los de la figura. Para que vaya de un depósito al otro es necesario que el agua posea energía potencial; en este caso diferencia de niveles, que constituye una medida del trabajo que proporciona el líquido al salvar el desnivel. Se entiende por intensidad de corriente la cantidad de agua que, por unidad de tiempo, atraviesa la sección transversal de una conducción. Por lo tanto, se tiene: Intensidad de corriente = cantidad de agua x unidad de tiempo.

Este símil puede aplicarse a la corriente eléctrica. Entre los polos eléctricos existe una diferencia de potencial o tensión eléctrica (V) que mide la capacidad de trabajo de las cantidades de electricidad que fluyen. La tensión se mide en Voltios y es una de las magnitudes básicas de la electricidad. La intensidad de corriente eléctrica (I) se mide en amperes y nos da una idea de la cantidad de electrodo por unidad de tiempo.

Contemplando el símil hidráulico se nos establece otro concepto básico en el desarrollo de automatismos, sobre todo electrónicos, que es la resistencia (R). Sería un estrechamiento en la conducción de agua, el cual disminuiría el paso de corriente de agua. La resistencia eléctrica se mide en ohmios ( $\Omega$ ) y constituye otro de los conceptos utilizados en la formulación básica eléctrica.

A la vista de los tres parámetros expuestos, se hace necesario el establecimiento de una relación entre ellos. Surge, con este fin, la Ley de Ohm, según la cual:

$$V = R * I$$

Otro concepto básico a utilizar en electricidad es la potencia eléctrica (W), cuya unidad es el Watío y se define como la capacidad de un circuito para crear trabajo. Podemos obtener el valor de la potencia de forma que:

$$W = V * I$$

### 1.2.2. Tipos de corrientes

Uno de los conceptos básicos a conocer en cuanto al desarrollo y montaje de cuadros eléctricos es el tipo de corriente eléctrica del sistema.

Tal y como se ha mostrado en el punto anterior podemos definir la corriente eléctrica como el movimiento de electrones. Atendiendo al sentido de su desplazamiento y su cantidad se puede hacer una clasificación de la corriente eléctrica.

- **Corriente de variación continua :**

Se escribe abreviadamente c.c. y se da cuando la corriente circula siempre en el mismo sentido y con valor constante. Es utilizada para la alimentación de gran cantidad de dispositivos (sobre todo los electrónicos). Podemos obtener la corriente continua directamente mediante dinamos, pilas y acumuladores, o indirectamente a partir del tratamiento de otros tipos de corriente. Una de las características principales de este tipo de corriente es la polaridad, cuando estamos realizando el montaje o conexionamiento de un dispositivo de corriente continua hay que tener siempre en cuenta que la conexión de los bornes se llevara cabo entre los de igual signo. O sea, los bornes positivos de los generadores con los positivos de los dispositivos y los negativos con los negativos.

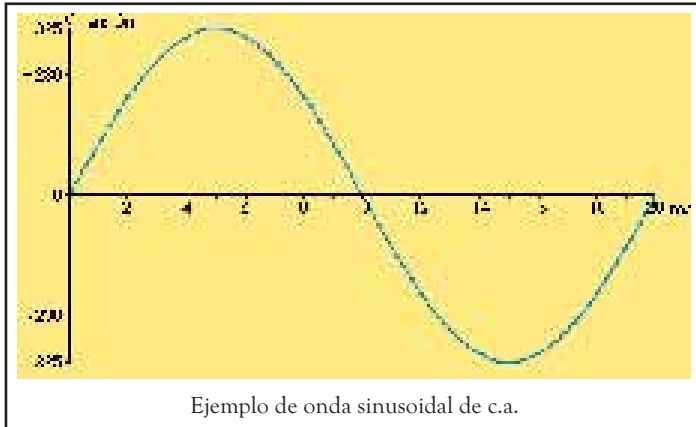
- **Corriente de variación pulsatoria:**

Se denomina así a la corriente cuyo flujo de electrones circula siempre en el mismo sentido, aunque la cantidad de electrones sea variable. Aunque su utilización como fuente de energía no es muy frecuente, se usa para elementos de rectificación, o sea paso de corriente alterna a continua.

- **Corriente de variación alterna:**

Se escribe abreviadamente c.a. y se da cuando el flujo de electrones circula en ambos sentidos. Según el instante considerado, el sentido será uno u otro, siendo también variable la cantidad de electrones que pasan por un punto.

La corriente alterna utilizada corrientemente se denomina sinusoidal y posee la siguiente forma de onda en función del paso de electrones:



Podemos definir para la corriente alterna los siguientes parámetros:

- **Frecuencia (F):**

Es el número de veces que la señal periódica se repite en cada segundo. La unidad en que se mide la frecuencia es el hertzio (Hz) que equivale a ciclos por segundo.

- **Período (T):**

Se define como tal al tiempo necesario para que una señal se complete y se repita. Se mide en segundos. Se relaciona con la frecuencia, de forma que :

$$T = 1 / f$$

- **Valor eficaz (Vef):**

Se define como el valor de tensión que genera una potencia igual a la alterna si fuese corriente continua . Es el valor que nos dan cuando nos hablan del valor de tensión de una línea, por ejemplo: La red eléctrica normal en Galicia posee una magnitud de 220 V. de valor eficaz.

- **Valor máximo (Vmax):**

De todos los valores comprendidos en un período se denomina valor máximo al mayor de ellos.

- **Corrientes polifásicas:**

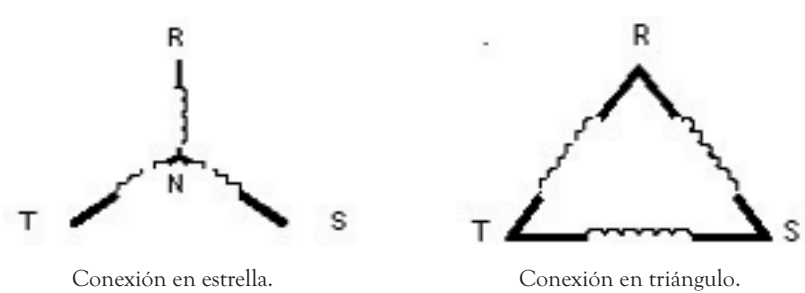
Se denomina sistema de corrientes polifásicas al conjunto formado por varias corrientes alternas monofásicas, de igual frecuencia y valor eficaz, desfasadas entre sí. Un ángulo eléctrico igual a  $360^\circ$  dividido entre el número de fases.

Pese a que eléctricamente no hay limitación sobre el número de fases de un sistema polifásico, el más utilizado es el trifásico debido a las grandes ventajas que presenta:

- Facilidad en el transporte de energía.
- Extrema sencillez de las máquinas eléctricas trifásicas.

Los alternadores trifásicos o generadores de corriente trifásica, están formados por el **rotor** (parte móvil) que es el inductor y que está formado por uno o varios sistemas de polos y el **estator**, que es el inducido y que está formado por tres paquetes de bobinas bien diferenciadas.

Los tres bobinados de un alternador trifásico pueden conectarse de dos formas principalmente:



- **Conexión en estrella:**

Consiste en unir los finales de las tres bobinas formando un punto común, denominado punto neutro N, dejando libres los tres principios, de los que se obtendrán las tres fases R, S y T. Del punto común suele sacarse un hilo conductor que, en ocasiones, suele suprimirse y por el que circula una corriente igual a la suma vectorial de las corrientes de fase. Es el método de distribución de energía más utilizado. La distribución de trifásica en baja tensión es de 380 V entre fases ( $V_{RS}$ ;  $V_{ST}$ ;  $V_{TR}$ ) y de 220 V entre cualquiera de las fases y el neutro.

- **Conexión en triángulo:**

Consiste en unir el principio de una fase con el final de la siguiente realizando la operación cíclicamente hasta obtener un sistema cerrado. El principal inconveniente del sistema trifásico en triángulo es el de no poseer neutro.

### 1.2.3. Tipologías de conexión eléctrica

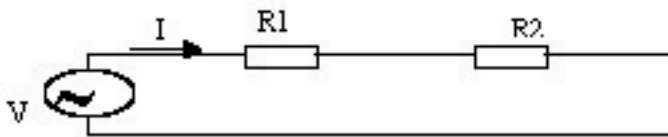
- **Introducción:**

En un cuadro eléctrico podemos encontrar una gran variedad de tipologías de circuitos. Normalmente se encuentran en los cuadros combinaciones de circuitos para poder llevar a cabo el cableado de un esquema específico. Para desarrollar su estudio, podemos decir que si sobre cualquier tipo de circuito complejo aplicamos las simplificaciones convenientes podemos reducirlo a uno de los dos siguientes circuitos:

- Circuito Serie.
- Circuito Paralelo.

- **Montaje de circuitos en serie:**

Podemos definir un circuito serie básico como el de la figura para analizar como será el comportamiento de los diferentes elementos. Como podemos observar, la instalación se compone de un generador de corriente que tiene una tensión  $V$  y dos resistencias  $R1 / R2$  en serie por las que circula una corriente  $I$ .



En primer lugar, y recordando el símil hidráulico, podemos decir que el valor de la resistencia total del circuito, al paso de la corriente, será la suma de las dos resistencias.

$$R_t = R_1 + R_2$$

Por otra parte comprobamos que por la disposición de los elementos, la intensidad de corriente  $I$  es igual para las dos resistencias.

$$I = I_1 = I_2$$



En cuanto a la tensión o diferencia de potencial para cada una de las resistencias, comprobamos que el valor total será la suma del individual de cada una de las resistencias.

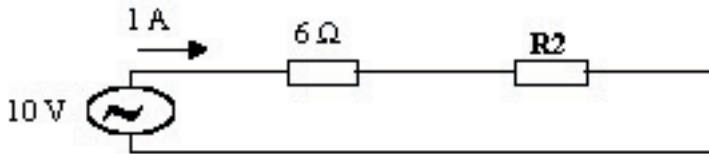
$$V = V_1 + V_2$$

Mediante estas tres ecuaciones, surgidas de la observación, podremos resolver todo tipo de circuitos serie haciendo uso junto con ellas de la ley de Ohm.

$$V = R_t \cdot I$$

Veamos un ejemplo:

Mediante el análisis del circuito de la figura averiguar el valor de la resistencia R2.



- Aplicando la ley de Ohm vemos que podemos calcular la resistencia total del circuito al paso de la corriente.

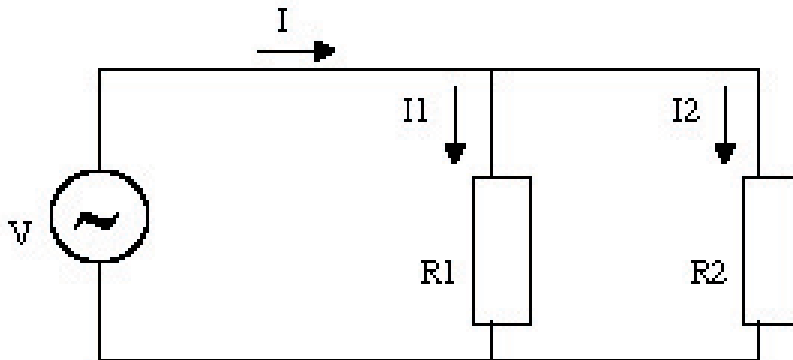
$$V = R \cdot I \Rightarrow R_t = V / I \Rightarrow R_t = 10 / 1 = 10 \Omega$$

- Teniendo en cuenta que la resistencia total del circuito es la suma de las resistencias.

$$R_t = R_1 + R_2 \Rightarrow R_2 = R_t - R_1 \Rightarrow R_2 = 10 - 6 = 4 \Omega$$

- **Montaje de circuitos paralelos:**

Podemos definir un circuito paralelo básico como el de la figura para analizar como será el comportamiento de los diferentes elementos. Como podemos observar, la instalación se compone de un generador de corriente que tiene una tensión V y dos resistencias R1 / R2 en paralelo por las que circula una corriente I.



Comprobamos, a la vista del esquema, que la Diferencia de Potencial o Tensión  $V$  es igual para ambas resistencias.

$$V = V_1 + V_2$$

De la misma forma comprobamos que la corriente eléctrica total del circuito se divide en función del valor de cada una de las resistencias.

$$I = I_1 + I_2$$

Se comprueba que la resistencia total del circuito no es la suma de las resistencias. Podemos obtener, aplicando la ley de Ohm, la ecuación que relaciona a las resistencias.

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow \text{Sustituyendo el valor de } I \Rightarrow V/R_t = V/R_1 + V/R_2$$

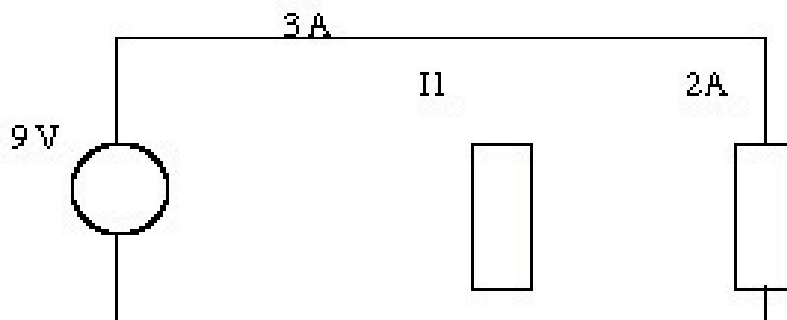
$$\Rightarrow \text{Reduciendo} \Rightarrow 1/R_t = 1/R_1 + 1/R_2$$

Tal y como sucedía en los circuitos serie, mediante estas tres ecuaciones, surgidas de la observación, también podremos resolver todo tipo de circuitos paralelos haciendo uso, junto con ellas, de la ley de Ohm.

$$V = R_t * I$$

Veamos un ejemplo:

Mediante el análisis del circuito de la figura averiguar el valor de la resistencia  $R_1$ .



- Aplicando las fórmulas de un circuito paralelo vemos que podemos calcular la intensidad de corriente de R1.

$$I_t = I_1 + I_2 \Rightarrow I_1 = I_t - I_2 \Rightarrow I_1 = 3 - 2 = 1 \text{ A}$$

- Teniendo en cuenta que la tensión es igual para todas las resistencias conectadas en paralelo podemos calcular el valor de R1 aplicando la ley de Ohm.

$$V = R \cdot I \Rightarrow R_1 = V / I \Rightarrow R_1 = 9 / 1 = 9 \Omega$$

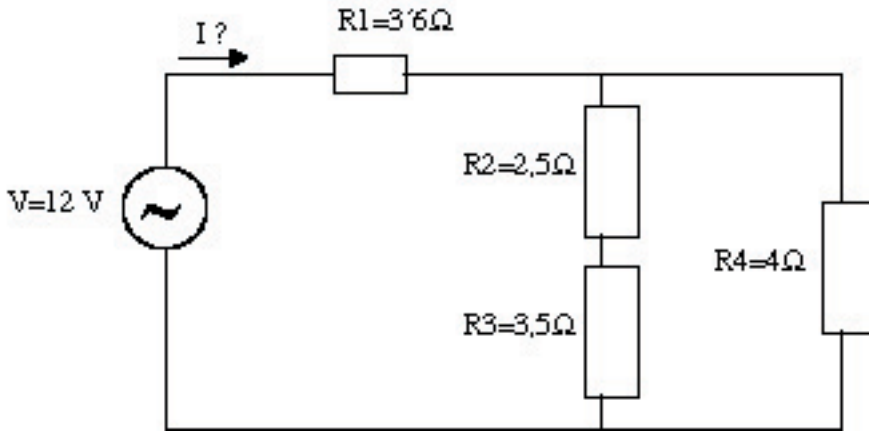
- **Montaje de circuitos mixtos:**

Se consideran circuitos mixtos aquellos que combinan conexiones serie y paralelo en la misma instalación.

La resolución de los mismos se lleva a cabo mediante las sucesivas simplificaciones del circuito hasta lograr que llegue a la configuración paralelo o serie simple. Para llevar a cabo estas simplificaciones acudimos al concepto de resistencia equivalente. La **resistencia equivalente** es aquella que desde el punto de vista funcional nos daría los mismos valores de comportamiento que el de las resistencias que forman el circuito a simplificar, normalmente la resistencia equivalente es igual a la Resistencia total del circuito (véase como se realiza su cálculo en los puntos anteriores).

Veamos un ejemplo:

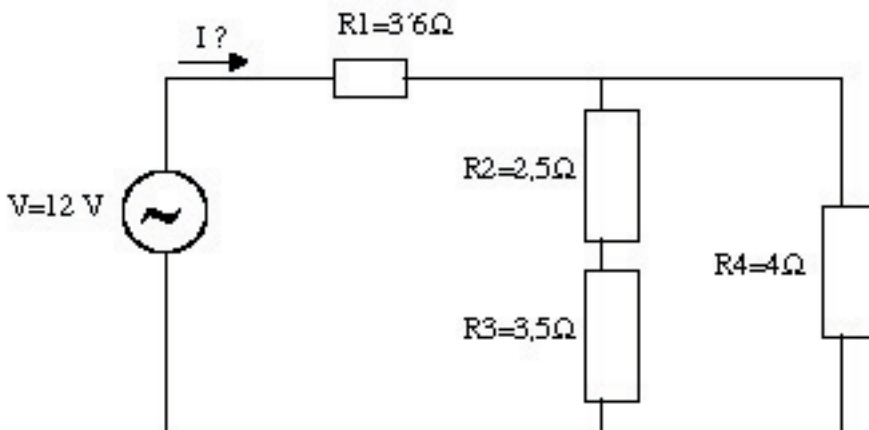
Mediante el análisis del circuito de la figura averiguar el valor de la Intensidad I total del circuito.



- Comprobamos que existen diferentes configuraciones serie y paralelo. En primer lugar intentamos ir simplificando el esquema. Para realizar la simplificación debemos analizar el circuito para descubrir cuáles son las configuraciones básicas serie /paralelo de fácil resolución.
- Calcularemos la resistencia equivalente de  $R_2$  y  $R_3$ . Según las fórmulas de los circuitos serie tendríamos:

$$R_{eq1} = R_2 + R_3 = R_2 + R_3 \Rightarrow R_2 + R_3 = 2,5 + 3,5 = 6 \Omega$$

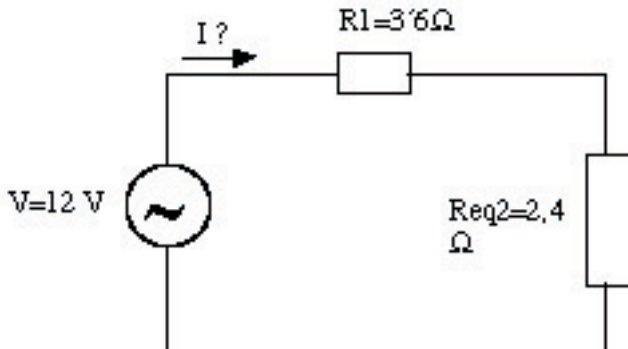
Tras realizar esta simplificación, podríamos decir que el circuito equivalente podría ser el siguiente.



- Calcularemos la resistencia equivalente del circuito paralelo formado por las resistencias  $R_4$  y  $R_{eq1}$ , acudiendo a las formulas de cálculo de resistencia del circuito paralelo.

$$1/R_{eq2} = 1/R_{eq1} + 1/R_4 \Rightarrow 1/R_{eq2} = 1/6 + 1/4 \Rightarrow R_{eq2} = 2,4 \text{ W}$$

Con lo que podemos establecer el esquema final para el cálculo de la Intensidad.



- Con lo cual comprobamos que ahora ya se podrá calcular fácilmente la Intensidad aplicando la ley de Ohm.

$$R_t = R_{eq2} + R_1 \Rightarrow R_t = 2,4 + 3,6 = 6 \text{ W}$$

$$V = R_t \cdot I \Rightarrow I = V / R_t \Rightarrow I = 12 / 6 = 2 \text{ A}$$

A partir de este dato de Intensidad podemos ir calculando el resto de los parámetros para cada una de las resistencias mediante la realización del proceso inverso al llevado a cabo durante el proceso de simplificación.

### 1.3. Conocimiento de componentes eléctricos

#### 1.3.1. Introducción

El abanico de dispositivos eléctricos es amplísimo debido, sobre todo, a la gran cantidad de posibilidades que presentan para la construcción de máquinas e instalaciones.

En este tema nos centraremos en los componentes eléctricos que nos podemos encontrar en un cuadro de mando y maniobra. Aunque en la actualidad los componentes eléctricos de automatismos han sido sustituidos en gran medida por

autómatas programables PLC, o más recientemente por autómatas virtuales instalados en computadoras CPU, existen aún una gran cantidad de elementos que no pueden ser sustituidos por cuestiones funcionales o de accesibilidad.

Podemos señalar como los más profusamente usados en el montaje de cuadros eléctricos los siguientes componentes:

- Contactores.

- Fusibles.

- Interruptores diferenciales.

- Relés de protección.

- Relés temporizados.

- Seccionadores disyuntores.

- Presostatos.

- Termostatos.

- Detectores.

### 1.3.2. Componentes principales de cuadros de maniobra y control

- **Contactores:**

El contactor es básicamente un interruptor accionado por un electroimán. Este electroimán da la orden de cierre al interruptor cuando por él circula una corriente eléctrica.

El contactor está constituido por tres partes principales:

- Contactos de potencia.

- Contactos auxiliares para mando del electroimán.

- Electroimán.

- **Contactos de potencia:**

Los contactos de potencia son los encargados de gestionar la alimentación de los elementos a actuar, tienen dos disposiciones posibles, esto es:

- **Normalmente abierto:**

Se permite el paso de corriente cuando se acciona el electroimán.

- **Normalmente cerrado:**

Se corta el paso de la corriente cuando se acciona el electroimán.

- **Contactos auxiliares:**

Son los encargados de realizar el mando del electroimán. Reciben una señal eléctrica de un valor determinado en función del tipo del contactor. Cuando la señal existe (1) se acciona el contactor y cuando la señal no existe (0) la excitación desaparece y el contactor cae.

- **Electroimán:**

Funciona mediante la excitación provocada por la corriente de los contactos auxiliares. Su objetivo es mover el núcleo que mueve los contactos.

En función de su potencia de uso, y número de polos que gestione existen multitud de tipos de contactores. Estos suelen tener accesible tanto la configuración de normalmente abierto como la de normalmente cerrado para cada uno de los contactos.

- **Fusibles:**

Son dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. También protegen las canalizaciones contra los calentamientos que deterioran el aislamiento de los conductores. Como norma general se han de instalar en todo lo posible lo más próximo al principio de la instalación y en lugares fácilmente accesibles.

- **Interruptores diferenciales:**

Son aparatos de protección contra corrientes de defecto, por lo que su misión principal es proteger la vida de los operadores, al evitar que las corrientes de derivación a tierra puedan ser peligrosas. Este elemento de protección se emplea también en instalaciones eléctricas con aislamiento deficiente (por envejecimiento, humedad, etc) a fin de evitar los incendios. Según el número de polos que gestionen podemos encontrar varios tipos de este tipo de elementos de protección.

- **Relés de protección:**

Son aparatos de protección que en instalaciones de alumbrado y aparatos de uso eléctrico se van generalizando y sustituyendo al menos en los circuitos parciales de distribución a los fusibles, con las ventajas sobre éstos de estar en cualquier momento preparados para su accionamiento y reenganche.

Según su funcionamiento podemos encontrar tres tipos principales:

- Térmicos.

- Magnéticos.

- Magnéticos.

- **Relés térmicos:**

Se accionan mediante una lámina bimetálica de dilatación desigual. Instalados en una línea permanecen inactivos a intensidad normal. Cuando la intensidad aumenta el circuito se calienta y el relé salta.

- **Relés electromagnéticos:**

Se fundan en la acción de un electroimán que atrae un núcleo de hierro cuando la corriente llega a un valor prefijado. Estos relés se aplican siempre que se precise la desconexión de un circuito cuando el valor de la intensidad llega a un límite determinado.

- **Relés magnetotérmicos:**

Son el resultado de un relé térmico y magnético, por lo tanto, su desconexión puede ser diferida o instantánea según el comportamiento del circuito.

- **Relés temporizados:**

- **Introducción:**

En muchas de las aplicaciones industriales gestionadas por cuadros eléctricos se hace necesaria la gestión de tiempos determinados. El relé temporizador tiene la función de ejecutar una acción determinada en función de un tiempo transcurrido.

El temporizador puede encontrarse independiente o directamente ligado a un contactor para con ello aumentar la capacidad de gestión en cuanto a potencias o número de fases.



- **Funcionamiento y tipos de temporizadores:**

Según su funcionamiento en cuanto a la temporización podemos clasificar los relés temporizadores de la siguiente forma:

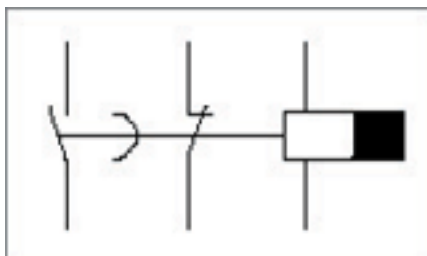
- A la conexión.

- A la desconexión.

- A la conexión y desconexión.

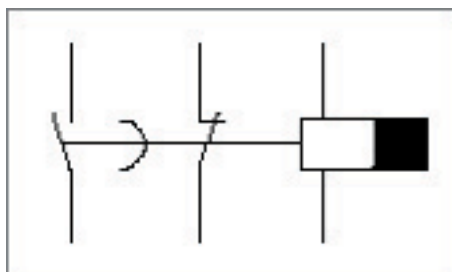
- **A la conexión:**

El elemento temporizado entra después de un tiempo programado. Vemos a continuación un esquema de un contactor temporizado a la conexión.



- **A la desconexión:**

El elemento temporizado entra tan pronto se da la orden al temporizador y se desconecta al pasar el tiempo ajustado.



- **A la conexión y desconexión:**

El elemento temporizado lo es a la conexión del relé temporizador y a su desconexión.

- **Seccionadores disyuntores:**

Son elementos auxiliares para los distintos dispositivos de seguridad. Se instalan en línea con la instalación y tienen la capacidad de cortar, “seccionar”, las líneas de potencia a una orden de cualquiera de los dispositivos de seguridad.

- **Presostatos:**

Son elementos eléctricos que dan una señal en función de un parámetro de presión previamente definido. Se instalan en las zonas a controlar mediante alojamientos realizados a tal fin. Debido a la señal variable que generan son usados profusamente en dispositivos electrónicos.

Los presostatos utilizados para la indicación de señales eléctricas incorporan para su funcionamiento módulos que dan una señal eléctrica del nivel requerido en función de una serie de valores horquillados generados por el propio presostato.

- **Termostatos:**

Para controlar la temperatura se emplean los termostatos, termopares, termistores o varistancias o termómetros.

Todos están basados en el mismo principio según el cual una temperatura determinada genera un nivel de corriente.

La elección del tipo de termostato varía en función de la aplicación, ya que mientras que en unas ocasiones nos interesará conocer el valor real de una temperatura, en otras ocasiones tan sólo queremos saber si ésta ha sobrepasado o es inferior a unos niveles de referencia determinados.

- **Detectores:**

Los detectores, normalmente también llamados detectores de proximidad, son una pieza casi insustituible en la realización de automatismos eléctricos. Ya sea con o sin contacto, los detectores nos dan información sobre las posiciones de los órganos móviles que se gestionan o de los materiales que están en proceso.

Aunque su variedad es amplísima, podemos enumerar los siguientes tipos:

- De contacto mecánico.
- Fotoeléctricos.
- Capacitivos.
- Inductivos.

### **1.3.3. Verificación de termostatos, temporizadores y presostatos**

Un punto importante en cuanto a los componentes de un automatismo eléctrico es asegurar su buen funcionamiento. Teniendo en cuenta esto, hay que prever que el componente sufra una avería y varíe su funcionamiento.

Tal y como hemos reflejado en puntos anteriores, tanto los termostatos como los temporizadores, tienen una característica en común: todos dan una señal eléctrica en función de un estímulo determinado, ya sea tiempo, temperatura o presión.

En los casos en que esto pueda constituir un peligro para la seguridad de la instalación se han de realizar las pruebas pertinentes para la verificación del funcionamiento de los componentes.

Aunque la realización de las pruebas no sería necesaria si cada uno de los medios estuviese totalmente calibrado, a fin de asegurarnos debemos llevar a cabo el siguiente proceso.

- Montar el dispositivo en su lugar de trabajo utilizando los mismos medios a usar durante el desarrollo normal de la aplicación.
- Realizar el conexionado del aparato de medida adecuado a la respuesta del dispositivo, normalmente un voltímetro.
- Simular las condiciones de trabajo. En el caso de que no se puedan simular las condiciones de trabajo en su totalidad o valor final se hará con valores aproximados controlables.
- Medir los resultados en función de los distintos valores de los parámetros a controlar.
- Comparar los resultados obtenidos con la curva característica del dispositivo.

Si al realizar la comprobación, verificamos que la curva resultado es igual a la suministrada por el fabricante se puede dar el dispositivo como bueno.

## 1.4. Tipos de conductores

### 1.4.1. Introducción

El conocimiento de los tipos de conductores a utilizar durante el montaje e instalación de los cuadros eléctricos es uno de los puntos que se debe considerar debido a su importancia.

Según el RBT, “Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores”.

Podemos establecer infinidad de clasificaciones atendiendo a distintos criterios:

- En función del aislamiento:
  - De policloruro de vinilo.
  - De polietileno reticulado.
  - De polietileno clorosulfonado.
- En cuanto al tipo de conductos:
  - Rígidos.
  - Flexibles.
  - Apantallados.
- En cuanto al material constructivo:
  - De aluminio.
  - De cobre.
- En cuanto a su sección.

Todas estas subdivisiones nos dan una idea aproximada de la gran variedad de conductores que existen en el mercado. A la hora de realizar el montaje e instalación de un cuadro eléctrico se deben utilizar los cables ajustados a las especificaciones del diseño en cuanto a los siguientes factores:

- Tipo de conductor.
- Sección recomendada.
- Aislamiento (tensiones máximas que debe soportar).
- Color.

Cuando tengamos en nuestras manos toda la información referente al conductor en cuestión y hayamos seleccionado el que se usará, y no antes, se comenzará el cableado.

### **1.4.2. Normas de canalización de conductores**

Tan importante como los conductores en sí, es la forma de instalación o canalización de los mismos. Podemos ver a continuación un compendio de recomendaciones extraídas de la normativa de Baja Tensión en la que se dan las pautas para el montaje e instalación de conductores en distintas situaciones:

Los principales sistemas de instalación de los conductores que puedan formar parte de una canalización fija, son:

- Conductores desnudos colocados sobre aisladores.
- Conductores aislados colocados sobre aisladores.
- Conductores aislados bajo tubos protectores.
- Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.
- Conductores aislados enterrados.
- Conductores aislados colocados en el interior de huecos de la construcción.
- Conductores aislados bajo molduras.
- Conductores aislados directamente bajo enlucido.

Las canalizaciones móviles e inamovibles pueden estar constituidas por:

- Conductores aislados sin fijación alguna.
- Conductores aislados fijados a elementos de sustentación o apoyos por medio de ataduras aislantes.
- Canalizaciones con conductores desnudos sobre aisladores:

Siempre que su instalación responda a las prescripciones contra los contactos directos señalados en la Instrucción MI BT 031, se permitirá el empleo de conductores desnudos colocados sobre aisladores en los casos siguientes:

- En fábricas, talleres u otros locales industriales contruidos con materiales incombustibles que no contengan polvos, gases o, en general, materias inflamables o explosivas.
- En los mismos locales, aunque en ellos se produzcan vapores corrosivos, siempre que los conductores estén recubiertos por una sustancia inalterable a los citados vapores.
- Excepcionalmente, en los locales no contruidos totalmente con materias incombustibles cuando los conductores deban servir de líneas de contacto.
- Cuando estén colocados en el interior de canaladuras, envolventes o cajas, totalmente cerradas y reservadas exclusivamente para la instalación de estos conductores.
- En locales en que, por sus características, no sea posible la conservación del aislamiento de los conductores. Tal ocurre, por ejemplo, en los locales o emplazamientos a elevada temperatura.
- Cuando la tensión no pase de 24 voltios.

Los conductores utilizados pueden estar contruidos por alambres, cables o perfiles de cobre, de aluminio o de sus aleaciones. La temperatura máxima admisible en la superficie de estos conductores es de 80°C y la de sus conexiones con aparatos de utilización no excederá en más de 35 grados centígrados la temperatura ambiente.

Las secciones de los conductores se elegirán en cada caso particular teniendo en cuenta las medidas adoptadas para asegurar su ventilación y de forma que el coeficiente de seguridad, habida cuenta de los esfuerzos mecánicos que soporta, no sea inferior a 3.

Las canaladuras, envolventes, cajas, etc., donde puedan estar instalados estos conductores, permitirán el control de las conexiones y la limpieza periódica de los aisladores.

En su instalación se cuidará que los conductores no puedan aproximarse entre sí ni tampoco a las paredes, muros o techos y, en consecuencia, debe reverse la distancia entre aisladores, la separación entre conductores y la de éstos con las paredes, muros o techos próximos. Se tendrá también en cuenta los esfuerzos electrodinámicos que se presenten en caso de cortocircuito. A los efectos anteriores se cumplirán los requisitos siguientes:

- Para canalizaciones establecidas con alambres o cables, la separación con las paredes, muros o techos o cualquier otro objeto, así como con las canalizaciones destinadas a otros usos, no deberá ser inferior a 10 centímetros. En caso de necesidad, se admitirá una separación menor, siempre que se hayan previsto medidas evitando el riesgo de los contactos, bien por aproximación de los aisladores que sustentan los conductores, bien por interposición de materias aislantes, etc. No obstante, esta separación no será nunca inferior a 5 centímetros.

Para la distancia entre conductores se seguirá lo dispuesto en la Instrucción MI BT 003.

Los empalmes y derivaciones se realizarán de acuerdo con las prescripciones señaladas en la Instrucción MI BT 003.

- Para canalizaciones establecidas con perfiles, se tendrá en cuenta los esfuerzos que pueden producirse por dilatación y que pudieran originar el contacto entre conductores o entre éstos y las paredes, muros o techos, así como la destrucción de los aisladores, debiendo prever para estos casos adecuadas juntas de dilatación.

Se tendrá en cuenta, además, las vibraciones a las que pueden estar sometidos los conductores, para lo cual los aisladores estarán suficientemente dimensionados y próximos entre sí. Las conexiones entre los conductores o las derivaciones de los mismos se realizarán mediante dispositivos a base de uniones por tornillo adaptados a la naturaleza y sección de los conductores.

Cuando se establezcan conexiones entre conductores desnudos y aislados, será admisible, en un tramo de estos últimos próximo a la conexión, que la temperatura alcanzada por el aislamiento sea superior a la admisible, siempre que se considere en dicho tramo a los conductores como si fueran desnudos. Se recomienda suprimir el aislamiento en esta longitud.

Para la identificación del conductor neutro se seguirán las prescripciones establecidas en la Instrucción MI BT 003.

- **Canalizaciones con conductores aislados sobre aisladores:**

Estas canalizaciones se utilizarán únicamente cuando los conductores no estén expuestos a deterioros por riesgo mecánico, debiendo situarse en principio a una distancia del suelo no inferior a 2.5 metros.

- Los conductores utilizados serán de tensión nominal no inferior a 250 voltios.

Para su instalación se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

Los conductores se tensarán de forma que el coeficiente de seguridad no sea inferior a 3, no considerando el aislamiento, a estos efectos, como elemento resistente.

- La distancia entre aisladores consecutivos será tal que los conductores no puedan entrar en contacto entre sí, con las paredes, muro, techos o cualquier objeto próximo a ellos.

Estas distancias serán, como máximo, de:

## MONTAJE E INSTALACIÓN DE CUADROS DE MANIOBRA Y CONTROL

Pocas profesiones se definen tanto a través de su denominación como la de Instalador de Máquinas y Equipos Industriales. Perteneciente a la familia profesional de montaje, su labor se centra precisamente en aquello que le da nombre, la instalación de máquinas y equipos industriales, el montaje de los diferentes elementos mecánicos, hidráulicos, neumáticos y eléctricos, la interpretación de planos, esquemas y documentación técnica, la comprobación del funcionamiento y corrección de sus posibles defectos. Éstas son algunas de las tareas que realizan estos profesionales; tareas recogidas en la competencia general del Real Decreto 941/1997, que regula el Certificado de Profesionalidad de esta ocupación.

Con este manual, el lector podrá adquirir los conocimientos necesarios para efectuar el montaje y la instalación de cuadros de maniobra, preparando procesos, herramientas y materiales, consultando planos y esquemas eléctricos, y cumpliendo las indicaciones técnicas requeridas para conseguir el funcionamiento adecuado. Ideaspropias Editorial, siguiendo las pautas marcadas por este Certificado de Profesionalidad, desarrolla este manual formativo para todos aquellos trabajadores que centran su labor en la instalación de máquinas y equipos industriales o para aquellos que deseen hacerlo con el paso del tiempo. Este texto formativo contribuye, además, a que los alumnos puedan obtener en el futuro una titulación reconocida por el Sistema Nacional de Cualificaciones.

ISBN 10: 84-96585-42-5  
ISBN 13: 978-84-96585-42-3



9 788496 585423

  
**ideaspropias**  
EDITORIAL

[www.ideaspropiaseditorial.com](http://www.ideaspropiaseditorial.com)