

4.- Conceptos Básicos De Electricidad

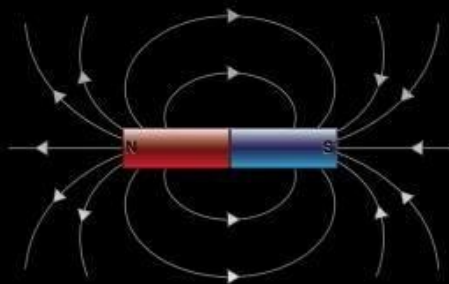
2010

GUÍA BÁSICA DEL FRIGORISTA

El Campo Magnético de la Tierra



Imán



El magnetismo está presente en la naturaleza



Magnetosfera Terrestre



Aurora Boreal

PROLOGO

La presente **Guía Básica del Frigorista** (instalador, mantenedor – reparador de instalaciones de Refrigeración y Climatización), esta compuesta por las instrucciones de los equipos y componentes suministrados por los fabricantes, distribuidores de materiales y equipamiento de instalaciones frigoríficas y nuestra experiencia en la actividad diaria de instalación, mantenimiento y servicio técnico, en instalaciones, industriales, comerciales y domésticas.

No pretende ser un Manual de estudio, nos limitamos a recopilar la información suministrada de los componentes mas comunes (**para tenerla “a mano”**) que venimos instalando en muestras instalaciones y su funcionamiento, para evitar la “enfermedad común” de olvidar dejar la documentación de los componentes en la instalación, su extravío o cambio de lugar inadecuado, sin entrar en cálculos, diseños e información técnica detallada, que se encuentra en los manuales técnicos específicos.

Las marcas mencionadas están registradas y los artículos reproducidos son propiedad de los autores, es responsabilidad de la/s persona/s que descarguen el contenido, el uso que puedan hacer del mismo. No nos responsabilizamos de los resultados obtenidos de la incorrecta aplicación u omisión de los datos aquí expuestos, así como cualquier interpretación no objetiva.

La información aquí expuesta está reproducida con “buena fe”, no estando exenta de algún error tipográfico o de interpretación, con lo que aconsejamos se utilice como orientación y en ningún caso para la elaboración de estudios, proyectos o cálculos, los cuales se realizaran siguiendo los métodos contrastados y por técnicos cualificados.

Parte de la información aquí expuesta, es susceptible de revisión, cambio, sustitución o eliminación, por lo que recomendamos consultar con los fabricantes o distribuidores de material frigorífico y otros que mencionamos a continuación, los cambios que se puedan producir.

Pecomark: <http://www.pecomark.com>

Danfoss: <http://www.danfoss.es>

Emerson Climate Technologies: <http://www.emersonclimate.com>

Evaporadores y condensadores: <http://www.frimetal.es>

Copeland: <http://www.copeland.com>

Salvador Escoda: <http://www.salvadorescoda.com>

Aire acondicionado Clivet: www.Clivet.es

Carrier España: www.carrier.es

Ako: <http://www.ako.es>

Praxair: <http://www.praxair.es>

Kimikal: <http://www.kimikal.es>

Extinfrisa: <http://www.extinfrisa.es>

Legionela: <http://www.legionela.info/>

NOTA: ver relación ampliada al final en Bibliografía

Agradecer a las marcas antes mencionadas su esfuerzo por poner al alcance de los instaladores, las informaciones de sus productos, sin las cuales no habría sido posible realizar esta Guía Básica.

Un agradecimiento especial a Rocío Prellezo García, por su esfuerzo en la transcripción de buena parte de la información contenida en esta Guía, y a Roberto Catalá Murrawski por su motivación e inspiración en la elaboración y contenido de la Guía.

Casimiro Catalá Gregori

MADRID a 1 de julio de 2008

INTRODUCCIÓN

En la elaboración de esta guía, se ha pretendido que dispongamos de la información de los componentes instalados y sirva de orientación ante cualquier duda que se presente en el ejercicio de nuestra actividad diaria, así como tener claro, cual es el principio básico de funcionamiento del circuito, sus componentes, con sus funciones, las definiciones y los términos normalmente empleados, los conceptos básicos de física, química, matemáticas, conversión de unidades, electricidad, procedimientos de puesta en marcha, mantenimiento, carga de gas, cambio de aceite y cuadros de solución de problemas y averías.

Cualquier persona que manipule un sistema frigorífico, por muy pequeño que sea, tiene que conocer y entender lo que aquí se expone en conocimientos básicos y normas de seguridad.

Si se pretende tener una información más amplia, se tiene que consultar con los manuales y libros técnicos, específicos, publicados sobre esta materia que hay en el mercado.

El desconocimiento de las normas, reglamentos y legislación vigente que atañe al ejercicio de nuestra actividad, **NO EXIME DEL CUMPLIMIENTO DE LA MISMA**, por esto, no vamos a reproducir aquí toda la legislación que hay sobre la materia, solo por la incidencia directa que tiene, reproducimos el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas (R.S.F.) y el Reglamento de instalaciones Térmicas en Edificios (R.I.T.E.), en donde hace referencia, distinguiéndolo en cursiva y en color rojo del resto de la guía. Así como la Reglamentación Técnico-sanitaria sobre condiciones generales de almacenamiento frigorífico.

Si tenemos en cuenta que el R.S.F. dice lo siguiente:

Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre (Industria y Energía), por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

CAPÍTULO III Ámbito de aplicación

Art. 9. Los preceptos de este Reglamento serán de aplicación para todas las instalaciones frigoríficas, quedando excluidas las correspondientes a medios de transporte aéreos, marítimos y terrestres, que se regirán por sus disposiciones especiales.

Asimismo, quedan excluidas las instalaciones que a continuación se detallan:

a) Instalaciones frigoríficas con potencia absorbida máxima de 1 Kw, que utilicen refrigerantes del primer grupo.

b) Instalaciones de acondicionamiento de aire, hasta un máximo de potencia absorbida de 6 Kw, que utilicen refrigerantes del primer grupo.

Art. 10. Los preceptos de este Reglamento se aplicarán obligatoriamente a las nuevas plantas e instalaciones frigoríficas y a las ampliaciones y modificaciones que se realicen a partir de la fecha inicial de vigencia administrativa, así como a cualquier planta e instalación frigorífica realizada con anterioridad, cuando su estado, situación o características impliquen un riesgo para las personas o bienes, o cuando lo solicite el interesado.

Con lo antes expuesto queda claro que todos los equipos, exceptuando los frigoríficos domésticos (siempre que la suma de todos ellos instalados en un mismo local no exceda de 1 Kw) y todos los equipos domésticos de aire acondicionado (siempre que la suma de todos ellos instalados en un mismo local no exceda de 6 Kw), estarán sujetos a las indicaciones del presente Reglamento.

Las instalaciones de aire acondicionado, de cualquier tipo, a partir de una potencia de 5 Kw, además del presente reglamento, también están sujetas al R.I.T.E. (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios).

En lo que respecta a la manipulación de los gases refrigerantes hay que tener en cuenta las siguientes normativas:

Reglamento europeo 2037/00 (deroga el Reglamento europeo 3093/94):

En cumplimiento de los artículos 16 y 17 todas las empresas que manipulen gases refrigerantes se encuentran en la obligación de recuperar mediante personal cualificado dichas sustancias reguladas (CFC, HCFC, HFC) utilizando los equipos apropiados para su destrucción, reciclado o regeneración

durante las operaciones de revisión y mantenimiento de los aparatos y/o antes de su desmontaje y/o destrucción.

Asimismo indica que se deben tomar las medidas adecuadas para prevenir los escapes de dichas sustancias.

Ley 12/95 régimen sancionador del reglamento europeo 2037/00:

Las infracciones por incumplimiento de este reglamento están catalogadas en

- **Leves:** multa inferior a **4.507,50 €**
- **Graves:** multa inferior a **13.522,77 €**
- **Muy Grave:** multa superior a **13.522,77 €**

R.D 833/88 sobre residuos tóxicos y peligrosos:

Obliga a todas las empresas que recuperen gases refrigerantes que tengan la consideración de residuo por su contenido, forma de presentación (mezclados con lubricantes...) u otras características como pueden ser en presencia de humedad, acidez, etc., a registrarse en su Comunidad Autónoma como PEQUEÑO PRODUCTOR DE RESIDUOS, obteniendo un código como productor y a tener firmado un contrato de Servicio de Gestión de Residuos con un GESTOR AUTORIZADO cumpliendo con todas las autorizaciones administrativas y legislación aplicable al respecto.

Régimen sancionador del R.D. 833/88:

Las infracciones por incumplimiento de este Real Decreto están catalogadas en

- **Leves:** multa de hasta **6.000 €**
- **Graves:** cese temporal o total de la actividad y multa de hasta **300.506,05 €**
- **Muy Graves:** cese temporal o total de la actividad y multa de hasta **601.012,10 €**

Orden MAM/304/2002:

Los productos susceptibles de recuperarse no solo son los agresivos para el medio ambiente (capa de ozono) que se enviaran a destruir (CFC) sino todos los catalogados en el Código Europeo de Residuos (CER) como son los HCFC y HFC.

Después de lo anteriormente expuesto para el cumplimiento de la Legislación aplicable es aconsejable:

- Disponer de un sistema de recuperación de gases refrigerantes.
- Inscribirse en la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente como pequeño productor de residuos tóxicos.
- Tener un contrato de gestión de residuos con un Gestor Autorizado.

El responsable de verificar el cumplimiento de la Legislación anteriormente mencionada es el SEPRONA (Servicio de Protección de la Naturaleza) perteneciente a la Guardia Civil.

Siguiendo con la normativa, el conocimiento de la Ley de Prevención de riesgos laborales (L.P.R.L.) que atañe a nuestra actividad, es de obligado cumplimiento. La empresa tiene la obligación de instruir y formar a su personal y este de seguir todas las indicaciones.

En el Capítulo 13.- Normas (PRL) y Fichas de Seguridad (FDS), se reproducen, acciones e instrucciones de prevención de riesgos laborales a tener en cuenta y las hojas de seguridad de los refrigerantes más comunes y productos de limpieza del circuito frigorífico. Estas fichas están sujetas a modificaciones y actualizaciones periódicas, lo que nos aconseja consultar con los fabricantes las distintas actualizaciones que se produzcan.

Actualización del Capítulo 4.- Conceptos Básicos de electricidad, de la Guía Básica del Frigorista 2.010

Este capítulo permanece igual al contenido en la Guía Básica

NOTA: los capítulos independientes, se pueden consultar en nuestra pagina www.catain.es en la pestaña de Guía Básica y selección del capítulo de interés.

NOTA: todas las futuras actualizaciones, se realizaran en los capítulos independientes, a excepción del nuevo reglamente de instalaciones frigoríficas que se modificara en la Guía Básica 2010 completa y en los capítulos donde se hace referencia, cuando este se publique y entre en vigor.

GUÍA RÁPIDA DE CONTENIDOS Y DE CONSULTA

Este Capítulo es parte de la Guía Básica del frigorista, que está compuesta por 15 Capítulos que tratan los diversos temas que inciden en las instalaciones y conocimientos básicos a tener en cuenta.

Capítulo 1 GLOSARIO

Este capítulo es un mini diccionario de términos técnicos, que se divide en seis apartados.

- 1.1 Diccionario de términos técnicos usados en la refrigeración y climatización.
- 1.2 Definiciones del Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones Frigoríficas.
- 1.3 Definiciones del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- 1.4 Definiciones de los Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación.
- 1.5 Definiciones del RD 168/1985 (condiciones generales de almacenamiento frigorífico)
- 1.6 Definiciones del RD 842/ 2002 (Reglamento Electrotécnico para baja tensión).

Capítulo 2 FACTORES DE CONVERSIÓN E INF. TÉCNICA

En este capítulo se tratan los conocimientos básicos de matemáticas, aritmética, sistemas de unidades, conversión de unidades etc.

Capítulo 3 CONEXIÓN DE COMPONENTES

En este capítulo tratamos el uso y manipulación de los materiales usados en la interconexión de los componentes de una instalación frigorífica o de aire acondicionado. Tanto en tubo de cobre como en tubería de agua fría o caliente para la instalación de enfriadoras de agua con polipropileno.

Se incluye la instalación de Splits de aire acondicionado y redes de tuberías de cobre para refrigerante R-404A y R-134a, en instalaciones de centrales frigoríficas.

Capítulo 4 CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

En este capítulo tratamos los conceptos básicos de electricidad como son el magnetismo, la carga eléctrica, circuito eléctrico, motores, protecciones etc.

Capítulo 5 HERRAMIENTA

En este capítulo tratamos de la herramienta necesaria para el ejercicio de nuestra actividad, uso de los manómetros, del equipo de recuperación de refrigerantes y uso de diferentes tipos de detectores de fugas.

En el capítulo independiente se especifica el uso y normas de seguridad de la herramienta manual y Equipos de Protección Individual de Seguridad (EPIS).

Capítulo 6 CIRCUITO FRIGORÍFICO

En este capítulo tratamos los conceptos básicos del circuito frigorífico y sus componentes, como son los diversos tipos de compresores, evaporadores, condensadores y elemento de expansión (capilar). Se incluye el cálculo y selección de evaporadores y condensadores de Frimetal.

En el capítulo independiente se incluyen rendimiento de evaporadores y condensadores de otros fabricantes.

Capítulo 7 COMPRESORES

En este capítulo tratamos los compresores herméticos de Danfoss, compresores semiherméticos de Copeland – Discus y se incluyen tablas comparativas de diversos compresores herméticos y semiherméticos.

En el capítulo independiente se incluyen rendimiento de compresores hermeticos, semihermeticos y abiertos de otros fabricantes.

Capítulo 8 REGULACIÓN

En este capítulo tratamos de los elementos de regulación del fluido refrigerante que componen la instalación frigorífica como son las válvulas de expansión, válvulas reguladores

de presión, válvulas solenoide, válvulas reguladores del caudal de agua y filtros deshidratadores de Danfoss.

En el capitulo independiente se incluyen elementos de regulación de otros fabricantes.

NOTA: entendemos por regulación todo componente de la instalación que incide sobre la presión en el circuito frigorífico y no sobre el control.

Capitulo 9 CONTROL

En este capítulo tratamos el control de la instalación frigorífica, partiendo de la composición y elaboración de los cuadros eléctricos y sus componentes externos como son los termostatos (electrónicos o de contacto), presostatos de control de presión de gas y aceite, registradores de temperatura y alarmas tanto en frío industrial como en aire acondicionado.

En el capitulo independiente se incluyen los controles electrónicos usados en Refrigeración y Aire Acondicionado de diversos fabricantes

NOTA: entendemos por control, todo componente de la instalación que incide sobre el funcionamiento del compresor, resistencias, ventiladores, ciclos de desescarches etc. y nos ofrecen una información sobre el estado de la instalación.

Capitulo 10 PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO

En este capítulo tratamos de los procedimientos de puesta en marcha a seguir según el tipo de instalación, así como la carga de gas, carga de aceite, protocolos de actuación en averías y tablas guía.

Capitulo 11 ACEITES

En este capítulo tratamos de los distintos tipos de aceites su aplicación y características, con procedimientos para su sustitución.

Capitulo 12 GASES REFRIGERANTES

En este capítulo tratamos las instrucciones del Reglamento de Seguridad de Instalaciones frigoríficas sobre la clasificación de los refrigerantes, composición y utilización.

Capitulo 13 NORMAS (PRL) Y FICHAS DE SEGURIDAD

En este capítulo tratamos las normas de seguridad en prevención de riesgos laborales en instalaciones frigoríficas y fichas de seguridad de los gases empleados en la industria de la Refrigeración y Climatización.

Capitulo 14 TABLAS DE SATURACIÓN DE LOS GASES

En este capítulo disponemos de las tablas y diagramas de presión entalpia de los gases más comunes.

Capitulo 15 VARIOS (cálculos y diseño)

En este capítulo nos introducimos en los conceptos básicos para el cálculo de cargas en cámaras frigoríficas y condiciones de almacenamiento de los productos, cargas térmicas en aire acondicionado, cálculo del coeficiente de trasmisión (K), selección de ventiladores, diámetros de conductos de aire, selección de rejillas y conducciones de tuberías de agua.

También se incluyen las indicaciones del reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios sobre el diseño y calculo de instalaciones térmicas.

Se incluye el Real Decreto 168/1985 de 6 de febrero ALIMENTOS: Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre condiciones generales de Almacenamiento Frigorífico.

AL FINAL DEL ÍNDICE POR CAPÍTULOS, PARA UNA LOCALIZACIÓN MÁS RÁPIDA, TENEMOS UN ÍNDICE ALFABÉTICO DE:

- Cuadros de alarmas y de averías que se encuentran en la Guía Básica
- Listado de características de componentes de la instalación
- Tablas (listado de tablas de la Guía Básica)

NOTA: los capítulos independientes se pueden consultar en nuestra pagina www.catain.es en la pestaña guía básica y seleccionar el capitulo de interés.

INDICE

4 CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD	8
4.1 Conceptos básicos.....	8
4.1.1 Fenómenos Eléctricos.....	8
4.1.2 Carga eléctrica.....	8
4.1.3 Circuito eléctrico. Componentes y Parámetros.....	9
4.1.4 El Amperio.....	9
4.1.5 La resistividad.....	9
4.1.6 La ley de Ohm.....	9
4.1.7 Energía, Efecto Joule.....	10
4.1.8 Magnetismo.....	12
4.1.9 Corriente alterna.....	12
4.1.10 Impedancia.....	13
4.1.11 Potencia en alterna.....	13
4.2 Condensadores.....	14
4.2.1 Generalidades.....	14
4.2.2 Tipos.....	14
4.2.3 Aplicaciones.....	15
4.3 Transformadores.....	15
4.4 Motores.....	16
4.4.1 Principio de funcionamiento.....	16
4.4.2 Motores Asíncronos Trifásicos.....	16
4.4.3 Motores Asíncronos Monofásicos.....	18
4.5 Elementos de protección y control.....	19
4.5.1 Protección contra sobreintensidades.....	19
4.5.2 Protección contra cortocircuitos.....	19
4.5.3 Protección contra contactos.....	20
<i>4.6 Instrucción MI IF 012. Instalaciones eléctricas.....</i>	<i>29</i>
4.7 Riesgos eléctricos.....	31
<i>Capítulo III Ámbito de aplicación.....</i>	<i>3</i>
Tabla de intensidad de los fusibles de protección.....	21
Tabla de Intensidad máxima admisible en amperios para cables rígidos.....	11
Tabla de Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables flexibles.....	10
Tabla de intensidades absorbidas de los motores.....	22

4 CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

4.1 Conceptos básicos



4.1.1 Fenómenos Eléctricos

La manifestación más sencilla de la electricidad aparece en los fenómenos de electrización por frotamiento: al frotar con un paño de lana una varita de plástico o vidrio, la varita adquiere la propiedad de atraer trozos pequeños de papel. También puede observarse que si previamente electrizadas, ponemos en contacto dos varitas del mismo material se repelen y si el material es distinto se atraen.

Éstos fenómenos se originan porque al frotar los átomos de la superficie de los materiales, que ordinariamente tienen la misma cantidad de protones que electrones, se excitan intercambiando electrones. En el caso de lana-vidrio los electrones pasan desde el vidrio (que queda cargado positivamente) a la lana (que pasa a tener carga negativa). En el caso del plástico ocurre al contrario, el plástico gana electrones y se carga, en consecuencia, negativamente y la lana se carga positivamente. Esta descompensación de cargas + y - crea una carga neta que genera una fuerza eléctrica en el espacio adyacente, lo que explica su acción sobre las bolitas de papel.

La corriente eléctrica consiste en el desplazamiento ordenado de los electrones.

Hay cuerpos que por su estructura presentan mucha dificultad al movimiento de los electrones y se les denomina **aislantes**. Por el contrario existen otras sustancias, como los metales, en los que los electrones pasan fácilmente de un átomo al vecino a los que se denominan **conductores**, los cuerpos de características intermedias son los **semiconductores**, que han posibilitado todo el desarrollo de la electrónica.

4.1.2 Carga eléctrica, es la cantidad de electricidad que posee un cuerpo y depende del número de electrones que ha ganado (carga negativa) o perdido (carga positiva). La carga eléctrica más pequeña es el electrón e y cualquier carga se puede expresar como múltiplo de ella. En el Sistema Internacional la unidad de carga eléctrica es el **Culombio (C)**.

$$1 e = 1,6 \times 10^{-19} C$$

4.1.3 Circuito eléctrico. Componentes y Parámetros

Un circuito eléctrico es un conjunto de elementos ordenados para aprovechar los efectos de la corriente eléctrica.

Para explicar mejor los parámetros de un circuito eléctrico vamos a compararlo con un circuito hidráulico: Así como en el caso del hidráulico para que circule el agua es necesario que la bomba suministre una presión, para que haya una circulación de "electrones" (fluido), en el eléctrico, es necesario que el generador suministre una diferencia de potencial o tensión, que es la fuerza electromotriz que mueve los electrones desde el polo - al + que es el que por convención, se toma sin que afecte a los resultados. La diferencia de potencial o tensión entre dos puntos de un circuito se define como el trabajo que es necesario realizar para trasladar la unidad de carga eléctrica desde uno a otro punto.

La unidad en el S.I. es el voltio (V).

La intensidad de corriente que circula por el conductor se define como el número de cargas eléctricas que atraviesan una sección del mismo en la unidad de tiempo.

$$I = \frac{Q}{t}$$

I= intensidad de corriente en Amperios (A)

Q= carga eléctrica en <culombios (C)

T= tiempo en segundos

4.1.4 El Amperio es la intensidad de una corriente eléctrica que transporta una carga de un Culombio por segundo.

Así como las tuberías y elementos del circuito hidráulico presentan una resistencia al paso del agua, ocurre lo propio en un circuito eléctrico. La unidad de medida es el **ohmio (Ω)**, definida como la resistencia que presenta al paso de la corriente un conductor cuando circula 1 A al someterlo a una diferencia de potencial de 1 V.

En función de las características físicas del conductor, su resistencia viene dada por la fórmula:

$$R = P \frac{L}{S}$$

R= resistencia

P= resistividad en $\frac{\Omega \times mm^2}{m}$

L= longitud en m

S= sección en mm^2

4.1.5 La resistividad es el parámetro eléctrico más característico de un material y es la resistencia que ofrece al paso de la corriente un conductor de longitud unidad y sección unidad.

4.1.6 La ley de Ohm expresa la dependencia entre la diferencia de potencia (d.d.p.) a que se encuentra sometido un conductor y la intensidad de corriente que circula por el mismo en función de su resistencia:

$$V = R \cdot I$$

Se hace extensivo a un circuito, expresando que la caída de tensión en el mismo se obtiene multiplicando la intensidad de la corriente que circula por la resistencia total del circuito.

Denominando como R_1, R_2, \dots, R_n la resistencia de cada uno de los elementos del circuito, pueden presentarse 3 casos:

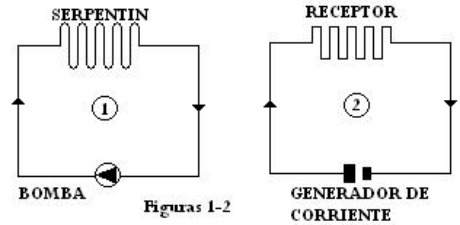
- (1) Las resistencias están en serie. En este caso la resistencia total es la suma de las parciales:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

- (2) Las resistencias están en paralelo. Su resistencia resultante es igual a la inversa de la suma de las inversas de resistencias parciales.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$



- (3) Asociación mixta. Se reducen a sus equivalentes las asociaciones en paralelo y se aplica el caso de serie.

4.1.7 Energía, Efecto Joule

La energía de la corriente eléctrica es la necesaria para mantener el movimiento de las cargas en el circuito.

La fuerza electromotriz (f.e.m.) de una pila o generador es el trabajo que dicho generador suministra por cada unidad de carga que pone en movimiento.

$E = \text{f.e.m.}$

$W = \text{trabajo en Julios}$

$Q = \text{carga en Culombios}$

Por tanto $W = E \cdot Q$, y como $Q = I \cdot T$, entonces $W = E \cdot I \cdot T$

En consecuencia la potencia: $P = \frac{W}{t}$

Luego $P = \frac{E \cdot I \cdot T}{t} = E \cdot I$

La unidad de potencia es el Watio en el S.I o su múltiplo en Kw.

1 watio = $\frac{1 \text{ Julio}}{1 \text{ seg.}}$

1 Kw = 860 Kcal/h.

1Kw = 1,36 CV.

En el S.I. la unidad de energía es el Julio, pero es usual el empleo del Kw.h.

El efecto Joule consiste en que todo conductor recorrido por una corriente eléctrica se calienta. Como por la Ley de Ohm

Como $V = R \cdot I$ y $P = V \cdot I$, tenemos $P = RI^2$ y la energía será:

$W = P \cdot t = RI^2 t$, que representa el calor desprendido por una resistencia eléctrica con:

W en Julios

R en Ω

I en A

t en S

ó bien: $W = 0,239 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$, con W en calorías.

Una consecuencia del efecto calorífico de la corriente eléctrica, es que en los conductores al circular la corriente eléctrica se produce un calor que es necesario evacuar por su superficie, pues de no hacerlo, el hilo conductor puede llegar a fundirse o estropearse el aislamiento. Por ello en el Reglamento Electrónico de baja Tensión se limita la intensidad máxima de corriente que puede circular por cada mm^2 de sección de conductor (densidad/ de corriente en A/mm^2).

En las tablas siguientes figuran las intensidades máximas admisibles para cables con conductores de cobre aislados de uso común en instalaciones y conductos flexibles para pequeños aparatos, así como las caídas máximas de tensión permitidas en alumbrado y fuerza.

TABLA de Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre aislados con goma, o con policloruro de vinilo. (Servicio permanente) Temperatura ambiente 40°C

Al aire o directamente empotrados					
Sección nominal mm ² (5)	Un solo cable			Varios cables	
	1	1	1	2	3
	Unipolar	Bipolar	Tripolar (1)	Unipolares	Unipolares (3)
0.5	7.5	5.5	5	6	5.5
0.75	10	8	6.5	8.5	7
1	13	10.5	9.5	12	9
1.5	17	13	12	15	12
2.5	23	18	17	21	17
4	31	25	23	28	23
6	40	32	29	36	29
10	55	44	40	50	40
16	74	59	54	67	54
25	97	78	71	88	73
35	120	97	88	110	87
50	145	115	105	130	110
70	185	140	120	165	140
95	225	166	145	200	180
120	260	-	-	235	210

Bajo tubo o conducto (4)

Sección nominal mm ² (5)	Un solo cable			Varios cables	
	1	1	1	2	3
	Unipolar (2)	Bipolar	Tripolar (1)	Unipolares	Unipolares (3)
0.5	7	5	4.5	5.5	5
0.75	9	7	6	7.5	6.5
1	12	8.5	7.5	9.5	8.5
1.5	15	12	10	12	11
2.5	21	16	14	17	15
4	28	22	19	23	20
6	34	28	24	29	26
10	49	38	34	40	36
16	64	51	44	54	48
25	85	68	59	71	64
35	110	83	72	88	78
50	130	98	85	110	95
70	160	118	100	135	120
95	200	140	120	165	145
120	230	-	-	190	170
150	265	-	-	220	195

(1) Los mismos valores se aplican a los cables de 4 conductores, constituidos por tres fases y neutro, o tres fases y protección, y a los de 5 conductores, constituidos por tres fases, neutro y protección.

(2) Sólo aplicable para corriente continua en cualquier clase de tubo o para corriente alterna en tubos de material no ferromagnético.

(3) Los mismos valores se aplican al agrupamiento de 4 ó 5 conductores para suministros trifásicos con neutro y/o protección.

(4) Ver apartado 2.1.4 "Factores de corrección"(en reglamento Baja Tensión)

(5) No todas las secciones nominales son de fabricación normal para todas las composiciones de cables en ambos tipos de aislamiento. Veáanse las normas UNE 21.027 1ª R. y 21.031.

TABLA de Intensidad máxima admisible en amperios para cables rígidos con conductores de cobre aislados con goma butílica, etileno-propileno o polietileno reticulado.

(Servicio permanente) Temperatura ambiente 40°C

Sección nominal mm ²	Tipo de instalación			
	Al aire o directamente empotrados		Bajo tubo o conducto (3)	
	1 Bipolar	1 Tripolar (1)	1 Bipolar	1 Tripolar
	2 Unipolares agrupados	3 Unipolares agrupados (2)	2 Unipolares agrupados	3 Unipolares agrupados (2)
1	17	15	15	13
1.5	22	20	20	18
2.5	30	27	27	23
4	40	36	36	31
.
6	52	47	47	41
10	72	64	64	57
16	96	86	86	76
25	128	114	114	101
.
35	157	141	141	124
50	191	171	171	151
70	243	218	218	192
95	294	264	264	232

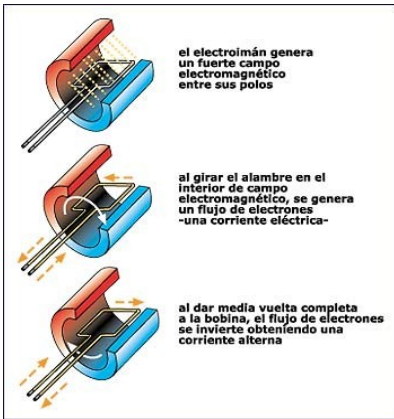
(1) Los mismos valores se aplican a los cables de 4 conductores, constituidos por tres fases y neutro o tres fases y protección, y a los de 5 conductores, constituidos por tres fases, neutro y protección.

(2) Los mismos valores se aplican al agrupamiento de 4 conductores para suministros trifásicos con neutro o 5 conductores para suministros trifásicos con neutro y protección.

(3) Ver factores de corrección.

También este efecto calorífico se aprovecha para los fusibles que se intercalan en el circuito a proteger y que cuando existe una sobre intensidad se funden y abren el circuito.

4.1.8 Magnetismo

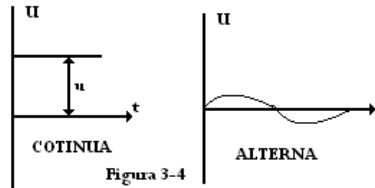


El magnetismo es un fenómeno que se da en los imanes como consecuencia de su estructura molecular y que se caracteriza porque alrededor del imán se crea un campo magnético definido por la existencia de dos polos denominados Norte y Sur, de forma que las líneas de fuerza del campo van desde el Sur al Norte. Estos imanes naturales no precisan energía exterior y se emplean en algunos termostatos.

Si enrollamos alrededor de un núcleo de hierro un cable eléctrico y hacemos circular la corriente, el núcleo de hierro se convierte en un imán que es temporal denominado electroimán, y cuya intensidad de campo magnético es directamente proporcional a la intensidad de corriente que circula. Se utilizan profusamente en las bobinas de los contactores, válvulas solenoides, etc. Asimismo los campos magnéticos se usan en las conversiones de energía mecánica en electricidad y viceversa en los generadores y motores respectivamente.

4.1.9 Corriente alterna

Hasta ahora hemos supuesto que tanto la intensidad de la corriente como su sentido eran constantes. A este tipo de corriente se le denomina **continua**, es la generada en pilas, baterías etc.



No obstante, el tipo de corriente utilizada normalmente es la corriente **alterna**.

La característica de esta corriente es que toma alternativamente valores positivos y negativos en cada ciclo. Se genera una corriente de este

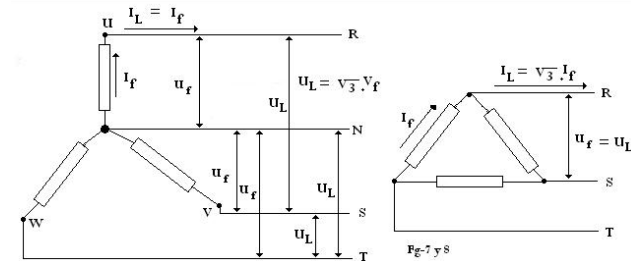
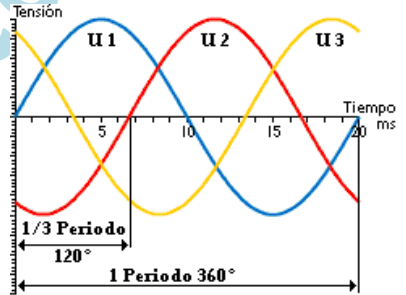
tipo, según el Principio de Inducción Electromagnética, moviendo una espira y variando la intensidad del campo magnético.

El dispositivo de la figura está formado por un electroimán conectado a una fuente de energía externa. Una espira de hilo conductor es girada en el seno del campo magnético del electroimán, de forma que, según sea su posición, "corta" un campo magnético variable, generando en consecuencia un f.e.m. también variable. Al elemento que gira se le denomina rotor y al que está fijo estator.

El número de veces que la onda resultante se repite por segundo se denomina frecuencia y periodo al tiempo que tarda en generarse una onda completa.

Están relacionados por la fórmula:

$$FRECUCENCIA DE ONDA = \frac{n^{\circ} \text{ de pares de polos} \times \text{revoluc.} \cdot \text{minuto (r.p.m.) de la espira}}{60}$$



En la práctica de lo que gira (rotor) es el campo magnético y permanece fija la bobina, alimentándose los polos magnéticos mediante unos anillos rozantes o escobillas.

Así, si utilizando un par de polos queremos producir corriente normal de 50 Herzios (ciclos/seg), el alternador debería estar girando a: $60 f = n \cdot p$; $60 \times 50 = n \cdot 1$; $n = 3000 \text{ r.p.m.}$

Si en vez de una sola bobina ó espira colocamos 3, situadas entre sí desfasadas 120°, generaremos una corriente trifásica, formada por 3 corrientes alternas desfasadas entre sí 120° eléctricos.

Teóricamente para poder utilizar las 3 corrientes alternas monofásicas necesitaríamos 6 conductores, dos por fase. De hecho se utilizan 3 conductores, uno por cada fase, uniéndose los segundos conductores de cada fase en uno solo denominado neutro.

A las 3 fases se les llama **R, S, T**, y al neutro **N**.

En la distribución de esta corriente se utilizan dos montajes típicos: el de estrella, con neutro y el de triángulo, sin neutro. En las figuras de la página, se aprecian ambos montajes así como las características de las corrientes de línea (I_L), de fase I_f y las tensiones correspondientes U_f y U_L .

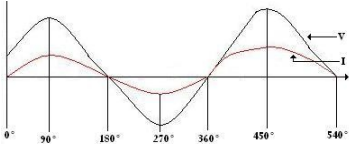
Así, en el montaje con neutro, en estrella, tenemos que $U_L = \sqrt{3} \cdot U_F$, siendo los valores usuales:

$$U_F = 220V$$

$$U_L = \sqrt{3} \cdot 220 = 380V$$

4.1.10 Impedancia

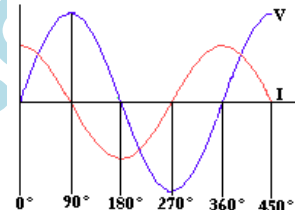
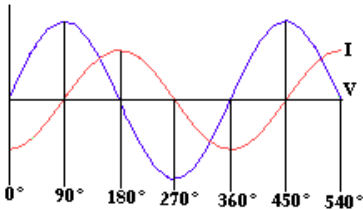
Si como elementos que absorben energía en el circuito tenemos resistencias puras, el circuito se denomina óhmico y, en caso de corriente alterna los parámetros característicos de la onda tensión e intensidad, **v** e **i** están en fase:



Si en el circuito existen bobinas (de motores p.e.), éstas presentan mayor resistencia al paso de la corriente alterna que a la continua, pues al ser ésta variable, genera unas corrientes de autoinducción que se oponen a la principal que las provoca. Un

circuito que tuviese inicialmente como componentes pasivos bobinas, se dice que tiene **reactancia inductiva** X_L y la **i** va retrasada 90° respecto **V**.

Si los elementos pasivos presentes son condensadores, éstos no permiten el paso de la corriente continua y sí el de la alterna, adelantando la **i** 90° respecto al **V**. un circuito con solo condensadores se dice que presenta reactancia capacitiva X_C :



La impedancia de un circuito generalmente no está compuesta en exclusiva de ninguno de los 3 tipos anteriores sino de una mezcla de todos, predominando usualmente el efecto inductivo sobre el capacitivo, y por tanto la **V** irá adelantada respecto a la **i** un ángulo variable entre 0 y 90°. La fórmula usada es:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

4.1.11 Potencia en alterna

En continua vimos que:

$P = VI$, y es constante.

En alterna al presentar **V** e **i** valores variables en el tiempo, la potencia es asimismo variables en cada instante, sería en general:

$$P(t) = V(t) \cdot i(t)$$

Para que la potencia sea positiva han de serlo **V** e **i** ó bien ambos negativos

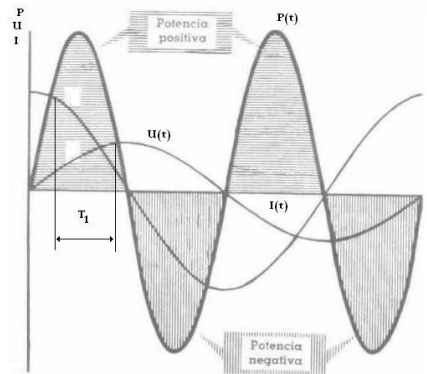
(+) x (+) = (+) y (-) x (-) = (+), y entonces se dice que el generador suministra energía al circuito. En los casos restantes la potencia es negativa el circuito devuelve energía al generador.

Calculando el valor medio de la potencia a lo largo de 1 ciclo obtenemos:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

En donde:

- φ es el ángulo de desfase entre **V** e **i** (correspondería al tiempo T_1 de la figura anterior).
- **V**, **I**, están referidos a sus valores eficaces (el valor eficaz en una corriente alterna monofásica es igual a 0,707 el valor máximo o de cresta).



A esta potencia media se le suele denominar también potencia real o activa y se mide en W.

Al producto de valor eficaz de la tensión (ó f.e.m.) aplicada por la componente reactiva de la intensidad eficaz se le denomina potencia reactiva.

$$Pr = V \cdot I \cdot \text{sen } \varphi$$

Su unidad de medida es el voltio-amperio reactivo (V.Ar.)

Al producto de los valores eficaces de V e i se le denomina potencia aparente.

$$Pa = V \cdot I$$

Se mide en voltio-amperios (V.A)

Teniendo en cuenta las 3 expresiones anteriores puede construirse el triángulo de potencias: (Fig.13)

La potencia reactiva no da lugar a energía útil por lo que debe reducirse en lo posible. El factor de potencia indica lo que aprovecha como energía útil. Si $\varphi=0 \implies \cos \varphi=1$ y la potencia reactiva valdría 0. Si $\varphi=90^\circ \implies \cos \varphi=0$ y toda la potencia sería reactiva.

Análogamente a las fórmulas anteriores obtenidas para monofásica, en corriente alterna trifásica, se llega a las siguientes fórmulas:

$$\text{Potencia activa: } P = 3 U_F I_F \cos \varphi = \frac{3}{\sqrt{3}} U_L I_L \cos \varphi = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi$$

$$\text{Potencia reactiva: } Q = 3 U_F I_F \text{sen } \varphi = \frac{3}{\sqrt{3}} V_L I_L \text{sen } \varphi = \sqrt{3} U_L I_L \text{sen } \varphi$$

$$\text{Potencia aparente: } S = \sqrt{3} U_L I_L$$

4.2 CONDENSADORES

4.2.1 Generalidades

Constan de dos placas metálicas (armaduras) separadas por un espacio no conductor de la electricidad (dieléctrico).

Si cada una de las placas se conecta a uno de los polos de un generador de corriente continua a través de un interruptor irán adquiriendo carga eléctrica, de acuerdo con el terminal al que están conectados. El proceso continuará hasta que la diferencia de potencia entre ambas placas sea igual a la de la batería, momento en que se interrumpirá la corriente. Así pues el condensador tiene la propiedad de almacenar energía eléctrica. Cuando el voltaje es máximo (está cargado) la corriente es nula, y de acuerdo con lo que decíamos antes, i y v están desfasados 90° . Si una vez cargado abrimos el interruptor, éstas se descargan circulando corriente por el conductor.

La unidad de capacidad (c) es el **Faradio** F y viene expresada por: $C = \frac{Q}{V}$

Q=Carga en Culombios

V=diferencia de potencia en Voltios.

Por tanto, un Faradio es la capacidad de un condensador que al cargarlo con un Culombio aparece entre sus armaduras la d.d.p. de un Voltio.

La capacidad total de un circuito n condensadores en serie:

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}}$$

Si los condensadores están en paralelo:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

La carga de un condensador no debe ser superior a la admisible por sus características, pues se perforaría el dieléctrico.

La capacidad de un condensador es proporcional a la superficie de las armaduras y a la capacidad de dieléctrico e inversamente proporcional a la separación de las armaduras.

Los dieléctricos más usados son el aire, el polipropileno, el aluminio metalizado, cerámica, etc...variando la constante dieléctrica desde 1 para el aire, 7 para la mica y hasta 5000 en los cerámicos.

4.2.2 Tipos

Los condensadores más utilizados son de los siguientes tipos:

1. De armaduras. Utilizan el aire como dieléctrico.
2. De tiras de papel, enrolladas. Van envasados en un recipiente metálico. Usan como dieléctrico papel, propileno ó aluminio y van bañados con un impregnan te que suele ser un aceite sintético y cuya misión principal es evitar descargas internas en el

Fig 13

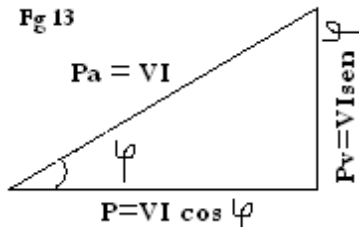
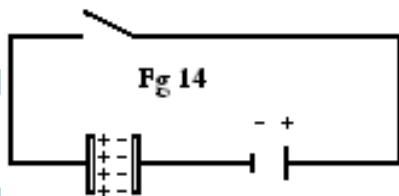


Fig 14

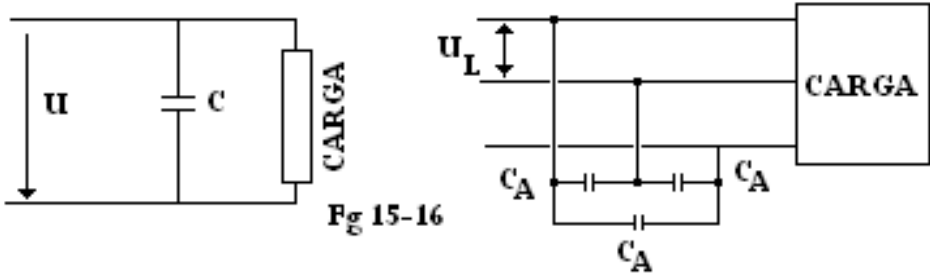


condensador. Llevan grabado un código que indica las temperaturas de utilización, resistencia a la humedad, proporción de fallos y vida media.

3. Electrolíticos y de aluminio.

4.2.3 Aplicaciones

Las dos aplicaciones más importantes de los condensadores son: para **corrección del factor de potencia** y para el **arranque de motores de inducción monofásicos**.



En la pregunta anterior ya vimos la conveniencia de reducir al máximo el desfase entre v e i con objeto de aumentar en lo posible la potencia activa y reducir la reactiva. Dado que en la mayoría de las instalaciones predomina el efecto inductivo y por tanto v , va adelantada respecto a i , lo que se hace es colocar condensadores cuyo efecto es opuesto, disminuyendo en consecuencia el ángulo de desfase φ . La colocación de estos condensadores es: en paralelo con la carga para r.o. variar la intensidad que circula por ella, en los monofásicos, y conectados en triángulo, en el caso de corriente trifásica.

Esta corrección del factor de potencia se hace a nivel del conjunto de instalaciones de un edificio, aún cuando suele colocarse también antes de la alimentación de motores de elevado consumo.

En cuanto a su uso con los motores de inducción monofásica, pueden utilizarse solamente para el arranque o de forma permanente incluso en el funcionamiento normal, obteniéndose pares de arranque del orden de 2, 5 a 3 veces el normal, alcanzándose en régimen factores de potencia próximos a la unidad. Estos motores de condensador permanente se usan para accionamiento cuando van acoplados directamente al árbol del motor.

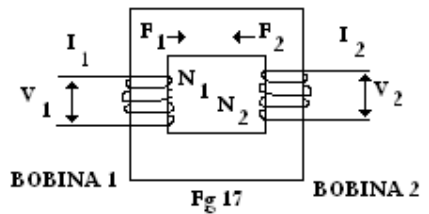
4.3 TRANSFORMADORES

Los transformadores son máquinas estáticas que tienen la misión de transferir, mediante un campo electromagnético alterno, la energía desde un sistema con una tensión a otro sistema con la tensión deseada.

Constan de dos arrollamientos aislados eléctricamente entre sí que van sobre un núcleo común de hierro:

El arrollamiento primario se conecta a la red de alimentación a tensión V_1 y tiene N_1 espiras. Al circular la corriente alterna por el primario crea en el núcleo de hierro un campo magnético que circula por el y se transfiere al arrollamiento denominado secundario que tiene N_2 espiras y en el cual la tensión V_2 , que debe ser la que necesitamos para nuestro uso. Las corrientes que circulan son respectivamente I_1 e I_2 . Se cumple:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$



El material del núcleo suele ser chapa magnética que puede ser de grano orientado con un aislamiento entre chapas para reducir las pérdidas que se producen en las bobinas por efecto JOULE y en el núcleo magnético por histéresis y por corrientes parásitas llamadas de Foucault.

Un transformador trifásico está formado por la asociación de 3 monofásicos, a los que se conecta cada una de las fases. Tanto el primario como el secundario pueden estar conectados, en estrella o en triángulo.

Los autotransformadores se emplean cuando las tensiones V_1 y V_2 no difieren mucho (del orden del 25%) y se utilizan porque se ahorra material al no estar separados eléctricamente los circuitos primarios y secundario.

Los transformadores tienen 2 usos principales: de potencia y de media.

4.4 MOTORES

4.4.1 Principio de funcionamiento

Si colocamos una espira en el seno de un campo magnético creado por un par de polos y hacemos girar los polos con velocidad

r.p.m. se induce una fuerza electromotriz y, al estar en cortocircuito, una corriente en la espira. Por estar en el campo magnético, se origina una fuerza F que hace que la espira gire también siguiendo en su movimiento a los polos.

Si en un principio la espira está en reposo y el campo comienza a girar, se creará un par motor al cual se opone el par resistente necesario para comenzar a mover la espira. El rotor debido a la resistencia de este par resistente no puede girar a la misma velocidad que el estator produciéndose lo que se denomina deslizamiento, que da origen al nombre de asíncronos que reciben estos motores.

4.4.2 Motores Asíncronos Trifásicos

El efecto del par de polos girando puede sustituirse por un devanado trifásico de corrientes en el estator, y en el rotor disponerse un conjunto de espiras diametrales formando un devanado cerrado en cortocircuito.

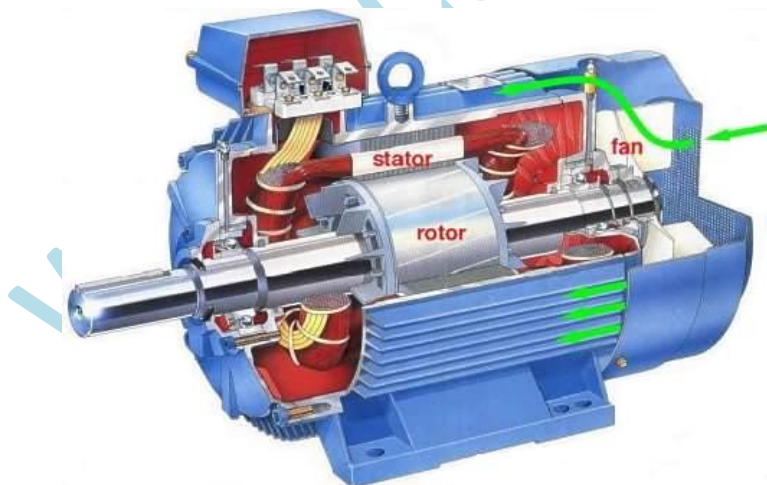
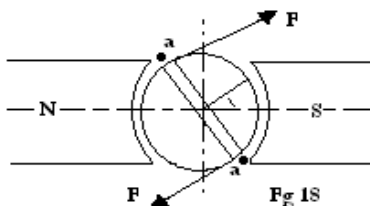
Prácticamente están constituidos por:

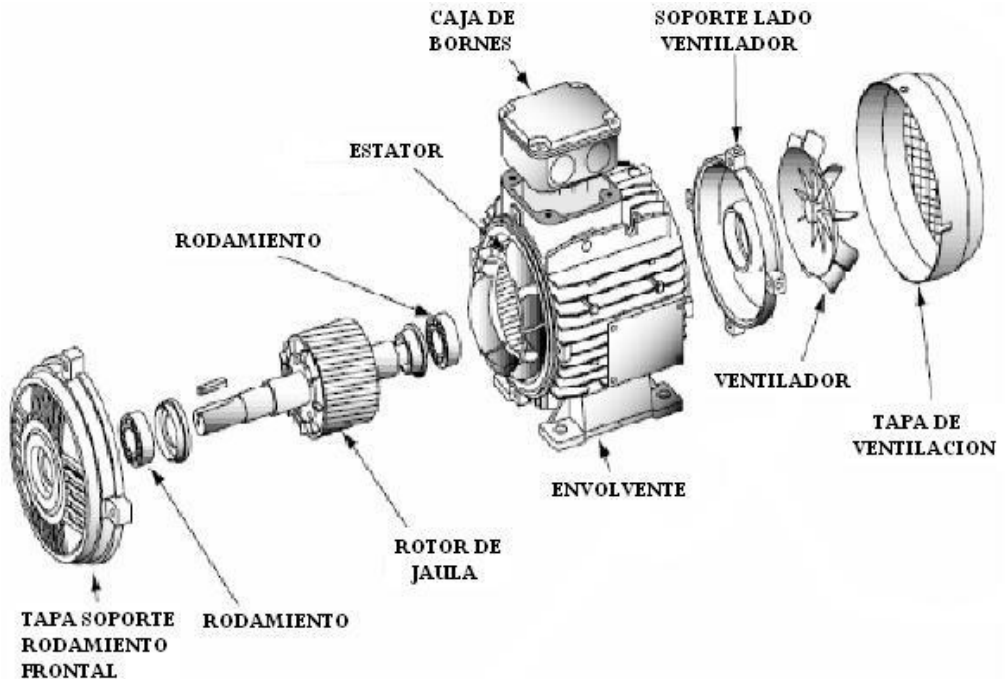
Una corona estática de chapas magnéticas aisladas entre sí, ranuradas, prensadas y sujetas a una carcasa de hierro.

Un devanado trifásico alojado en las ranuras del estator.

Una corona rotórica de chapas apiladas directamente sobre el eje en muchos casos.

Un devanado polifásico de las ranuras del rotor que ha de estar cerrado en cortocircuito para lo cual sus terminales están conectados a unos anillos colectores de bronce o latón aislados del eje (motor de rotor bobinado) o bien puede estar solo formado por unas barras desnudas de cobre, bronce o aluminio unidos por sus extremidades a unos anillos del mismo metal que los pone en cortocircuito (motor en jaula de ardilla).





En la figura puede observarse una sección transversal de este último tipo:

El entrehierro, o separación de aire entre el estator y el rotor, de estos motores es muy reducido, variando desde décimas de milímetro en los pequeños, a poco más en los grandes.

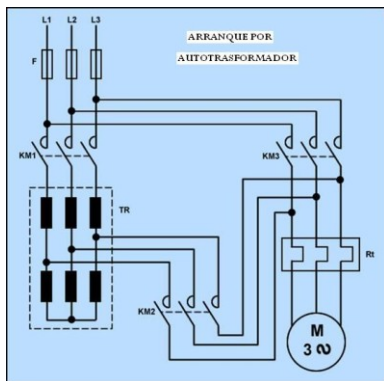
El problema fundamental de estos motores reside en el arranque que exige una intensidad que llega a ser de 3 a 8 veces la nominal. Para reducir la corriente de arranque es preciso reducir en lo posible la tensión de alimentación.

En los motores de rotor bobinado, sobre los anillos colectores del rotor, se apoyan unas escobillas de grafito o metaló-gráficas que permiten conectar en serie con cada fase una resistencia adicional regulable que limita la corriente de arranque. Una vez el motor alcanza la velocidad de régimen, se levantan las escobillas mediante un dispositivo mecánico.

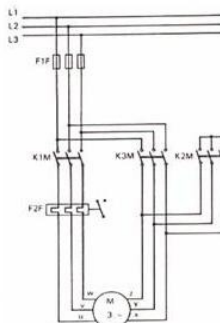
En el caso de jaula de ardilla, los procedimientos usuales son:

4. Devanado partido.
5. Resistencias en serie.
6. Autotransformador.
7. Estrella-triángulo.

A continuación se indican en cada caso los esquemas de conexión.

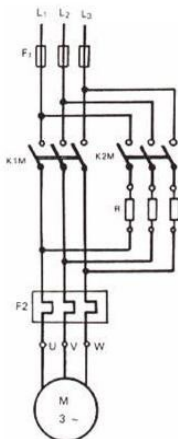
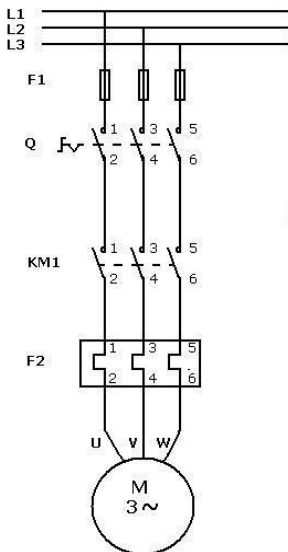


ARRANQUE ESTRELLA - TRIANGULO

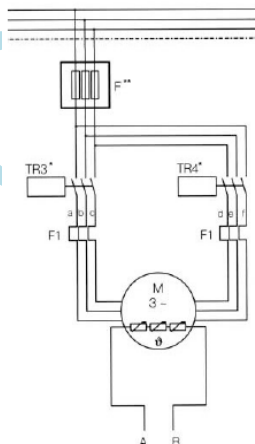


ARRANQUE A PLENO VOLTAJE

ARRANQUE CON RESISTENCIAS



ARRANQUE DEVANADO PARTIDO

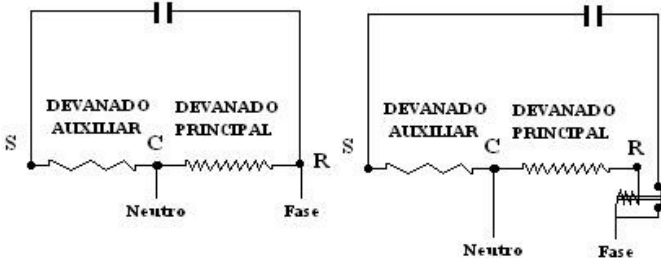


4.4.3 Motores Asíncronos Monofásicos

Usados para potencias pequeñas de hasta 1 Kw aprox. Constan de dos devanados estátóricos, uno de ellos auxiliar para arranque que lleva un condensador para conseguir un desfase de 90° eléctricos respecto la principal, completado con un relé y una resistencia de descarga.

Este circuito auxiliar puede desconectarse después de conseguir el arranque, o bien quedar incorporad, con su valor de arranque o modificado, en el funcionamiento normal del motor

consiguiéndose unas condiciones de flujo, para alguna carga concreta parecidas a los polifásicos. Las siguientes figuras anteriores, representan un esquema de ambas modalidades:



4.5 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y CONTROL

Los elementos de protección, podemos clasificarlos, en función del tipo de protección que presentan, en:

4.5.1 Protección contra sobrecorrientes.

Las pérdidas de los motores en los devanados y en el hierro hacen que normalmente se calienten, alcanzándose límites peligrosos en el caso de que exista una sobrecorriente.

Para este tipo de protección se usan los relés térmicos que constan de un bimetetal que al calentarse y tener los dos metales distintos coeficiente de dilatación se curvan abriendo el circuito.

Deben regularse en función de la intensidad que realmente absorbe el motor.

Existen otros relés térmicos denominados "Klixon" que se sitúan directamente sobre el devanado del motor.



4.5.2 Protección contra cortocircuitos

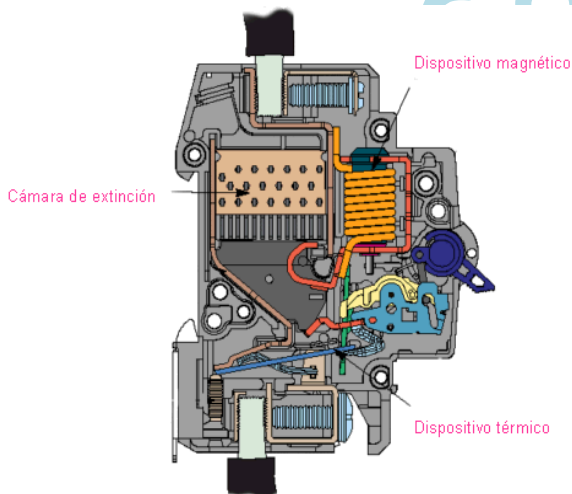
Utilizada en todos los conductores contra defectos de aislamiento.

Los elementos más comunes son:

*Fusibles, de características apropiadas. Los tipos normales son:

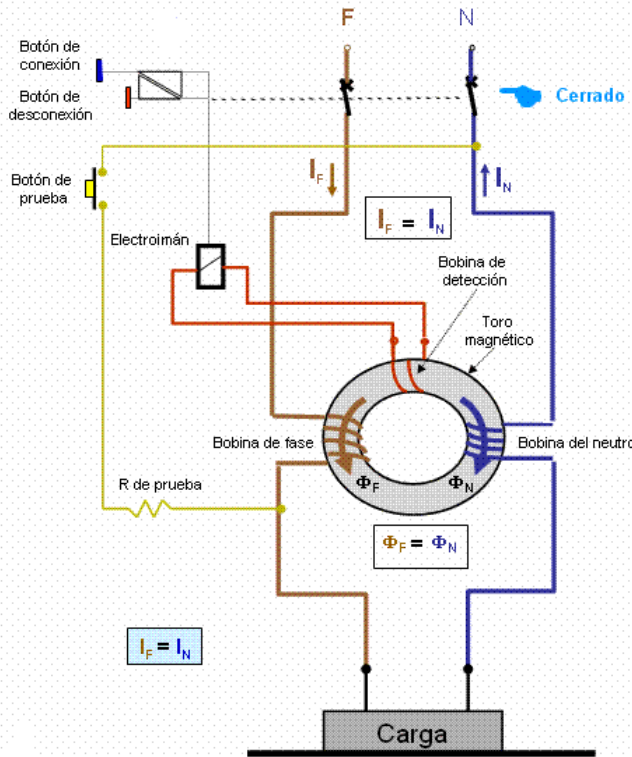
Lentos, rápidos y lentos/rápidos.

*Relés electromagnéticos (figura izquierda y primera foto derecha) que constan de un circuito magnético y de un mecanismo de desconexión que actúa sobre un contacto auxiliar. Pueden estar integrados con un Contactor (segunda foto derecha), que es el aparato especialmente diseñado para conexión y desconexión a distancia de motores por medio de un electroimán que abre o cierra los contactos.



4.5.3 Protección contra contactos

No hay Derivación



Los sistemas de protección contra contactos con partes eléctricas con tensión son:

- *Protección mediante puesta a tierra.
- *Protección mediante puesta a neutro.
- *Empleo de interruptores diferenciales.

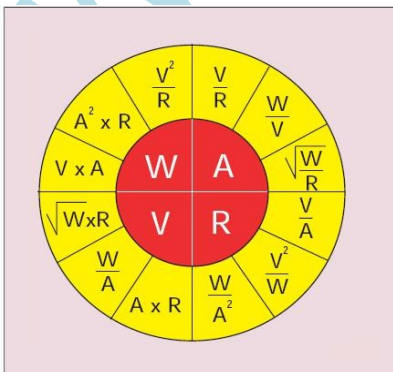
La protección mediante puesta a tierra consiste en instalar un conductor de protección apropiado para la conexión a tierra de todas las partes metálicas de los aparatos eléctricos, de forma que cualquier corriente de fuga puede circular libremente a tierra.

La protección mediante puesta neutro consiste en conectar directamente las carcasas metálicas de los aparatos al conductor neutro del sistema de distribución puesto a tierra.

Los interruptores diferenciales basan su efecto en la distancia de intensidad existente entre la corriente normal de fase y la corriente que circula por el conductor neutro de la instalación que se ve aumentada por la

corriente de fuga o de "defecto".

Su funcionamiento es simple: se hacen pasar por el primario del transformador toroidal todos los conductores de línea de alimentación al aparato incluido el neutro. El secundario del transformador es un delgado conductor arrollado sobre el núcleo, de forma que cuando hay una corriente diferencial se induce una tensión en el secundario que actúa el imán de bloqueo y abre el interruptor.



Relación entre unidades

Como la ecuación de la Ley de Ohm y la fórmula de la potencia tienen unidades en común, pueden relacionarse unas con otras y obtenerse un formulario que permita calcular cualquier unidad combinando dos. La presente "rueda" es un formulario completo de las unidades eléctricas, donde puede obtenerse de dos magnitudes conocidas otra que sea incógnita.

Tabla de intensidad de los fusibles de protección

Intensidades nominales y calibres de los fusibles de protección (1)															
Características del motor				220 V			380 V			500 V			660 V		
Potencia nominal (UNE 20.106)		Factor de potencia (cos φ)	Rendimiento (%)	Intensidad nominal I _n (A)	Cortocircuitos fusibles lentos (aM)		Intensidad nominal I _n (A)	Cortocircuitos fusibles lentos (aM)		Intensidad nominal I _n (A)	Cortocircuitos fusibles lentos (aM)		Intensidad nominal I _n (A)	Cortocircuitos fusibles lentos (aM)	
kW	CV				Aranque Directo (A)	Aranque λ. Δ (A)		Aranque Directo (A)	Aranque λ. Δ (A)		Aranque Directo (A)	Aranque λ. Δ (A)		Aranque Directo (A)	Aranque λ. Δ (A)
0,06	1/12	0,70	59	0,4	1	-	0,25	0,5	-	0,19	-	-	0,15	-	-
0,09	1/8	0,70	60	0,58	2	-	0,34	1	-	0,26	-	-	0,2	-	-
0,12	1/6	0,70	61	0,76	2	-	0,44	1,6	-	0,33	1	-	0,26	-	-
0,18	1/4	0,70	61	1,21	2	-	0,70	2	-	0,53	1	-	0,41	1	-
0,25	1/3	0,70	62	1,48	4	-	0,86	2	-	0,65	2	-	0,5	1	-
0,37	1/2	0,72	64	1,95	4	-	1,13	4	-	0,86	2	-	0,66	2	-
0,55	3/4	0,75	69	2,7	6	-	1,55	4	-	1,18	4	-	0,90	2	-
0,75	1	0,80	74	3,5	6	-	2	(2)	-	1,5	4	-	1,2	2	-
1,1	1,5	0,83	77	4,8	10	-	2,8	6	-	2,1	4	-	1,6	4	-
1,5	2	0,83	78	6,2	16	10	3,6	10	4	2,7	6	-	2	(2)	-
2,2	3	0,83	81	8,7	(2)	10	5	(2)	6	3,8	10	6	2,9	6	4
3	4	0,84	81	12	20	16	7	16	10	5,3	(2)	(2)	4	(2)	6
3,7	5	0,84	82	14	25	20	8	(2)	10	6	16	10	4,7	10	6
4	5,5	0,84	82	15	25	20	9	20	(2)	6,8	16	10	5	(2)	6
5,5	7,5	0,85	83	20	35	25	11,5	20	16	8,7	(2)	10	6,7	16	10
7,5	10	0,86	85	26	50	35	15	25	20	11,4	20	16	8,7	(2)	10
11	15	0,86	87	38	63	50	22	35	25	16,7	25	20	12,8	20	16
15	20	0,86	87	50	80	63	29	50	35	22	35	25	17	25	20
18,5	25	0,86	88	62	100	80	36	63	50	27	(2)	35	21	35	25
22	30	0,87	89	74	100	80	43	63	50	33	50	(2)	25	(2)	35
30	40	0,87	90	99	125	125	57	80	63	43	63	50	33	50	(2)
37	50	0,87	90	120	160	160	72	100	80	55	80	63	42	63	50
45	60	0,88	91	147	200	(2)	85	125	100	65	100	80	49	80	63
55	75	0,88	91	182	250	200	105	160	125	80	125	100	61	100	80
75	100	0,88	91	244	315	250	141	200	160	107	160	125	82	125	100
90	125	0,88	92	294	400	315	170	250	200	129	160	160	98	125	125
110	150	0,88	92	358	500	400	207	(2)	224	157	200	200	120	160	160
132	180	0,88	92	427	500	500	247	315	250	188	250	200	142	200	160
150	205	0,88	92	474	630	630	274	355	315	208	(2)	224	158	200	200
160	220	0,88	93	514	630	630	297	400	315	226	315	250	170	250	200
185	250	0,88	93	592	800	630	342	(2)	355	260	(2)	(2)	197	250	224
200	270	0,88	93	623	800	800	360	500	400	274	355	315	210	(2)	224
220	300	0,88	93	702	1.000	800	406	500	425	308	400	355	235	315	250
250	340	0,88	93	800	1.000	1.000	465	630	500	352	(2)	355	270	355	315
280	380	0,88	93	890	1.250	1.000	520	630	630	395	500	400	300	400	315
300	405	0,88	93	965	1.250	1.000	558	(2)	630	424	500	500	324	400	355
315	425	0,88	93	1.003	1.250	1.250	580	800	630	441	630	500	336	400	355
335	455	0,88	94	1.076	-	1.250	622	800	800	473	630	630	360	500	400
355	480	0,89	95	1.104	-	-	638	800	800	485	630	630	370	500	400
375	510	0,89	95	1.166	-	-	674	1.000	800	512	630	630	390	500	400
400	540	0,89	96	1.232	-	-	712	1.000	800	541	630	630	410	500	425
425	580	0,89	96	1.308	-	-	756	1.000	1.000	575	(2)	630	438	500	500
450	610	0,89	96	1.384	-	-	800	1.000	1.000	600	800	630	460	500	500
475	645	0,89	96	1.463	-	-	846	1.250	1.000	643	800	800	490	630	630
500	680	0,89	96	1.540	-	-	890	1.250	1.000	676	1.000	800	515	630	630
530	720	0,89	96	1.632	-	-	943	1.250	1.000	717	1.000	800	545	(2)	630
560	760	0,89	96	1.725	-	-	997	1.250	1.250	758	1.000	1.000	575	(2)	630
600	815	0,89	96	1.848	-	-	1.068	-	1.250	812	1.000	1.000	615	800	(2)
630	855	0,89	96	1.940	-	-	1.121	-	-	852	1.250	1.000	650	800	800
670	910	0,89	96	2.064	-	-	1.193	-	-	907	1.250	1.000	690	1.000	800

Nota:

Las intensidades nominales de motor indicadas (In) se refieren a motores trifásicos de rotor en cortocircuito a 1.500 r.p.m. y 50 Hz.

Los cortocircuitos fusibles lentos están dimensionados para:

-Aranque directo: intensidad de arranque hasta 6 In y duración del arranque hasta 5 segundos.

-Aranque estrella-triángulo (λ,Δ): intensidad de arranque hasta 2 In y duración del arranque hasta 15 segundos.

1. Los datos indicados en la tabla son valores medios, y por tanto pueden diferir ligeramente de la realidad según la procedencia del motor y el caso de aplicación. 2. Se pueden emplear indistintamente el calibre inmediatamente superior y el inferior.

Tabla de intensidades absorbidas de los motores

Intensidades absorbidas (A)														
	Potencia útil		Rendimiento		C. alterna trifásica a 50 Hz			C. a. bifásica	C. a. monofásica		Corriente continua			
	CV	kW	η	$\cos \varphi$	220 V	380 V	500 V	(220 V)	110 V	220 V	110 V	220 V	440 V	500 V
	0,5	0,37	0,74	0,75	1,74	1,10	0,77	1,51	6,02	3,01	4,52	2,36	1,13	1,00
0,75	0,55	0,76	0,77	2,48	1,44	1,09	2,15	8,57	4,29	6,60	3,30	1,65	1,46	
1	0,74	0,78	0,80	3,10	1,79	1,37	2,58	10,8	5,36	8,58	4,29	2,15	1,89	
1,5	1,10	0,79	0,82	4,47	2,59	1,97	3,87	15,5	7,75	12,7	6,35	3,18	2,80	
2	1,47	0,81	0,83	5,74	3,32	2,53	4,97	19,9	9,95	16,5	8,25	4,13	3,64	
2,5	1,84	0,81	0,83	7,17	4,15	3,16	6,23	24,9	12,5	20,7	10,4	5,16	4,56	
3	2,21	0,82	0,84	8,52	4,93	3,75	7,36	29,6	14,8	24,5	12,3	6,13	5,40	
4	2,95	0,83	0,85	11,1	6,40	4,89	9,60	38,4	19,2	32,3	16,2	8,16	7,10	
5	3,68	0,85	0,87	13,4	7,80	5,90	11,6	46,3	23,2	39,4	19,7	9,84	8,66	
6	4,42	0,86	0,87	15,5	9,00	6,90	13,4	53,7	26,9	46,7	23,4	11,7	10,3	
7	5,15	0,86	0,87	18,2	10,5	8,00	15,7	62,6	31,4	54,5	27,3	13,7	12,0	
8	5,89	0,87	0,87	20,4	11,8	9,00	17,7	70,7	35,4	61,5	30,8	15,4	13,6	
9	6,62	0,87	0,87	23,0	13,3	10,1	19,9	79,6	39,8	69,2	34,6	17,3	15,3	
10	7,40	0,87	0,88	25,3	14,6	11,1	21,8	87,4	43,7	76,8	38,4	19,2	17,0	
11	8,10	0,87	0,88	27,8	16,1	12,3	24,1	96,0	48,0	84,5	42,3	21,2	18,6	
12	8,83	0,87	0,88	30,3	17,5	13,3	26,2	105	52,5	92,0	46,0	23,0	20,4	
13	9,57	0,87	0,88	32,8	19,5	14,5	28,4	114	56,8	100	50,0	25,0	22,0	
14	10,3	0,87	0,88	35,4	20,5	15,6	30,6	122	61,1	108	53,8	26,9	23,8	
15	11,0	0,88	0,88	37,4	21,7	16,5	32,8	130	64,8	114	57,0	28,5	25,2	
16	11,8	0,88	0,88	40,0	23,2	17,8	35,0	138	69,0	124	61,8	30,4	26,8	
17	12,5	0,88	0,88	42,5	24,6	18,7	37,2	147	73,4	130	64,6	32,3	28,4	
18	13,2	0,88	0,89	44,5	25,8	19,8	38,4	154	76,9	137	68,5	34,2	30,2	
19	14,0	0,88	0,89	46,9	27,2	20,7	40,6	162	81,0	145	72,2	36,1	31,8	
20	14,7	0,88	0,89	49,4	28,6	21,8	42,7	170	85,0	152	76,0	38,0	33,6	
21	15,5	0,89	0,89	51,2	29,7	22,6	44,4	178	88,7	158	79,0	39,5	34,8	
22	16,2	0,89	0,89	53,6	31,1	23,6	46,5	186	93,0	166	82,7	41,4	36,4	
23	16,9	0,89	0,89	56,1	32,5	24,7	48,5	195	97,2	173	86,4	43,2	38,0	
24	17,7	0,89	0,89	58,5	33,9	25,8	50,7	203	102	181	90,2	45,1	39,8	
25	18,4	0,89	0,89	61,0	35,3	26,9	52,7	212	106	188	94,0	47,0	41,4	
30	22,1	0,89	0,90	72,4	41,9	31,9	62,7	251	126	226	113	56,4	49,6	
40	29,5	0,89	0,90	96,6	55,9	42,5	83,6	334	167	300	150	75,1	66,2	
50	36,8	0,90	0,91	118	68,3	52,0	102	408	204	372	186	93,0	81,8	
60	44,2	0,91	0,92	139	80,2	61,0	120	480	240	441	221	111	97,0	
70	51,5	0,91	0,92	162	93,5	71,0	140	560	280	515	258	129	114	
80	58,9	0,91	0,92	184	107	81,1	160	640	320	588	294	147	130	
90	66,2	0,91	0,92	208	120	91,2	180	719	360	662	331	166	146	
100	73,6	0,92	0,93	226	131	99,3	196	782	391	727	364	182	160	
125	92,0	0,93	0,93	279	162	123	242	967	484	900	450	225	198	
150	110	0,93	0,93	335	194	148	290	1.160	580	1.080	540	270	238	
200	147	0,93	0,93	446	259	197	387	1.545	773	1.440	720	360	317	

Motores de corriente alterna y de corriente continua

	Potencia útil		Velocidad (r.p.m.)			Potencia útil		Velocidad (r.p.m.)				
	CV	kW	3.000	1.500	1.000	750	CV	kW	3.000	1.500	1.000	750
	15	11	38,93	40,66	43,25	45,85	38,1	28	91,69	95,15	100,34	103,80
16,3	12	41,52	43,25	45,85	48,44	39,4	29	95,15	98,61	103,80	107,80	
17,7	13	44,98	46,71	49,31	51,90	40,8	30	98,61	102,07	107,26	110,22	
19,14	14	47,58	50,17	52,77	55,36	47,6	35	114,18	117,64	122,83	128,02	
20,4	15	51,04	53,63	56,23	58,82	54,4	40	129,75	133,21	138,40	143,59	
21,8	16	54,50	57,09	59,69	62,28	63,2	45	143,59	148,78	153,97	159,16	
23,1	17	57,09	60,55	63,15	65,74	68,0	50	159,16	164,35	169,54	174,73	
24,5	18	60,55	64,01	66,61	69,20	74,8	55	173,00	179,92	185,10	192,03	
25,8	19	63,15	66,61	70,07	72,66	81,6	60	188,57	195,50	200,68	207,60	
27,2	20	66,61	70,07	73,53	76,12	88,4	65	204,98	211,06	216,25	223,17	
28,6	21	70,07	73,53	76,12	79,58	95,2	70	217,98	226,63	231,82	238,74	
29,9	22	73,53	76,12	79,58	83,04	102	75	233,55	242,20	245,66	256,04	
31,3	23	76,12	79,58	83,04	86,50	109	80	247,40	267,77	261,23	273,34	
32,6	24	79,58	83,04	86,50	89,96	116	85	262,96	273,34	276,80	288,91	
34,0	25	83,04	86,50	89,96	93,42	122	90	278,55	288,91	292,37	306,21	
35,4	26	86,50	89,96	93,42	96,88	129	95	294,10	304,48	307,94	323,51	
36,7	27	89,96	93,42	96,88	100,34	136	100	311,40	320,05	325,25	339,08	

1. Para tensiones de 380,440 y 500 V, multiplicar respectivamente por 0,58, 0,50 y 0,44.

Motores trifásicos conectados a 220V(1)

CONDUCTORES Y CABLES (REBT)*

Intensidades máximas admisibles en redes aéreas (ITC-BT-06)

CONDUCTORES AISLADOS (1). INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN RÉGIMEN PERMANENTE

En condiciones normales de instalación ⁽²⁾			Corrección por agrupación de varios cables ⁽⁴⁾	
Número de conductores por sección (mm ²)	Intensidad máxima (A)		Número de cables	Factor de corrección
	Posado sobre fachadas	Tendido con fiador de acero		
Cables tensados con neutro fiador de Almelec ⁽³⁾ :				
-1 x 25 Al / 54,6 Alm.....		110	1.....	1,00
-1 x 50 Al / 54,6 Alm.....		165	2.....	0,89
-3 x 25 Al / 54,6 Alm.....		100	3.....	0,80
-3 x 50 Al / 54,6 Alm.....		150	Más de 3.....	0,75
-3 x 95 Al / 54,6 Alm.....		230	Corrección por temperatura ambiente	
-3 x 150 Al / 80 Alm.....		305	Temperatura (°C)	Factor de corrección
Cables sin neutro fiador posados o tensados con fiador de acero ⁽³⁾ :				
-2 x 16 Al.....	73	81	20.....	1,18
-2 x 25 Al.....	101	109	25.....	1,14
-4 x 16 Al.....	67	72	30.....	1,10
-4 x 25 Al.....	90	97	35.....	1,05
-4 x 50 Al.....	133	144	40.....	1,00
-3 x 95 / 50 Al.....	207	223	45.....	0,95
-3 x 150 / 95 Al.....	277	301	50.....	0,90
-2 x 10 Cu.....	77	85	Corrección por instalación expuesta directamente al sol	
-4 x 10 Cu.....	65	72	En zonas con radiación solar muy fuerte, se deberá tener en cuenta el calentamiento de la superficie de los cables con relación a la temperatura ambiente, por lo que se aplicará un factor de corrección de 0,9 o inferior tal como recomiendan las normas de la serie UNE 20.435.	
-4 x 16 Cu.....	86	95		

CONDUCTORES AISLADOS (1). INTENSIDADES MÁXIMAS DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES

Tipo de conductor	Sección del conductor (mm ²)	Duración del cortocircuito (s)								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
		Intensidad máxima de cortocircuito (kA)								
Aluminio	16	4,7	3,2	2,7	2,1	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8
	25	7,3	5,0	4,2	3,3	2,3	1,9	1,0	1,4	1,3
	50	14,7	10,1	8,5	6,6	4,6	3,8	3,3	2,9	2,7
	95	27,9	19,2	16,1	12,5	8,8	7,2	6,2	5,6	5,1
Cobre	150	44,1	30,4	25,5	19,8	13,9	11,4	9,9	8,8	8,1
	10	4,81	3,29	2,70	2,11	1,52	1,26	1,11	1,00	0,92
	16	7,34	5,23	4,29	3,35	2,40	1,99	1,74	1,57	1,44

CONDUCTORES DESNUDOS (5). INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN RÉGIMEN PERMANENTE

Tipo de conductor	Sección nominal del conductor (mm ²)								
	10	16	25	35	50	70	95	120	150
	Densidad de corriente (A/mm ²)								
Aluminio.....	—	6,00	5,00	4,55	4,00	3,55	3,20	2,90	2,70
Cobre.....	8,75	7,60	6,35	5,75	5,10	4,50	4,05	—	—

(*) Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) e instrucciones técnicas complementarias (ITCs), aprobados por el R.D. 842/2002, de 2 de agosto (BOE nº 224, de 18-9). Para el cálculo de las intensidades máximas admisibles para cualquier tipo de cable o sistema de instalación no contemplado en las ITCs resumidas en estas páginas, deberán consultarse las normas de la serie UNE 20.435, o calcularse según la norma UNE 21.144. 1. Conductores aislados con polietileno reticulado (XLPE), en haz, a espiral visible; estos cables cumplirán las exigencias especificadas en la UNE 21.030. 2. Un solo cable, instalado al aire libre y a una temperatura ambiente de 40 °C. Para condiciones distintas de las indicadas, aplicar los factores de corrección que figuran en esta misma página. 3. Aleación de aluminio-magnesio-silicio. 4. Estos factores de corrección se aplican a una agrupación de varios cables en haz al aire, separados entre sí una distancia L tal que $1/4 D < L < D$, en tendidos horizontales con cables en el mismo plano vertical, siendo D el diámetro de los cables (a efectos de cálculo, $D = 2,5$ veces el diámetro del conductor de fase). Para otras separaciones o agrupaciones, consultar la norma UNE 21.144-2-2. 5. Los conductores desnudos serán resistentes a las acciones de la intemperie y su carga de rotura mínima a la tracción será de 410 daN; deberán satisfacer, además, las exigencias especificadas en las normas UNE 21.012 o UNE 21.018 según que los conductores sean de cobre o de aluminio, respectivamente. Se considerarán como conductores desnudos aquellos conductores aislados para una tensión nominal inferior a 0,6 / 1 kV. La utilización de conductores desnudos tendrá carácter especial debidamente justificado, y no estará permitida en las zonas de arbolado o con peligro de incendio.

CONDUCTORES Y CABLES (REBT)

Intensidades máximas admisibles en redes subterráneas (ITC-BT-07)

INSTALACIONES ENTERRADAS (1). INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN RÉGIMEN PERMANENTE

En una instalación tipo (2). Cables con conductores de aluminio o de cobre

Sección nominal (mm ²)	Terna de cables unipolares (3)			Un cable tripolar o tetrapolar (4)			Terna de cables unipolares (3)			Un cable tripolar o tetrapolar (4)		
	Tipo de aislamiento (XLPE = polietileno reticulado; EPR = etileno propileno; PVC = policloruro de vinilo)											
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
	Conductores de aluminio						Conductores de cobre					
Intensidad máxima (A)												
6	—	—	—	—	—	—	72	70	63	66	64	56
10	—	—	—	—	—	—	96	94	85	88	85	75
16	97	94	86	90	86	76	125	120	110	115	110	97
25	125	120	110	115	110	98	160	155	140	150	140	125
35	150	145	130	140	135	120	190	185	170	180	175	150
50	180	175	155	165	160	140	230	225	200	215	205	180
70	220	215	190	205	220	170	280	270	245	260	250	220
95	260	255	225	240	235	210	335	325	290	310	305	265
120	295	290	260	275	270	235	380	375	335	355	350	305
150	330	325	290	310	305	265	425	415	370	400	390	340
185	375	365	325	350	345	300	480	470	420	450	440	385
240	430	420	380	405	395	350	550	540	485	520	505	445
300	485	475	430	460	445	395	620	610	550	590	565	505
400	550	540	480	520	500	445	705	690	615	665	645	570
500	615	605	525	—	—	—	790	775	685	—	—	—
630	690	680	600	—	—	—	885	870	770	—	—	—

En una instalación tipo (2). Cables tetrapolares con conductores de aluminio y conductor neutro concéntrico de cobre

Cables y secciones (mm ²)	3 x 50 Al + 16 Cu	3 x 95 Al + 30 Cu	3 x 150 Al + 50 Cu	3 x 240 Al + 80 Cu
Intensidad máxima (A)	160	235	305	395

Factor de corrección F, para temperaturas del terreno distintas de 25 °C

Temperatura del terreno (5) θt (°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Temperatura de servicio θs: 90 °C	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
Temperatura de servicio θs: 70 °C	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67

Factor de corrección para resistividades del terreno distintas de 1 K · m / W

Tipo de cable 0,80	Resistividad térmica del terreno (K · m / W)										
	0,85	0,90	1,00	1,10	1,20	1,40	1,65	2,00	2,50	2,80	
Unipolar	1,09	1,06	1,04	1,00	0,96	0,93	0,87	0,81	0,75	0,68	0,66
Tripolar	1,07	1,05	1,03	1,00	0,97	0,94	0,89	0,84	0,78	0,71	0,69

Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares

Separación entre cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
d = 0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d = 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50
d = 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d = 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d = 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d = 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

Factor de corrección para diferentes profundidades

Profundidad de instalación	Factor
0,40 m	1,03
0,50 m	1,02
0,60 m	1,01
0,70 m	1,00
0,80 m	0,99
0,90 m	0,98
1,00 m	0,97
1,20 m	0,95

1. Las intensidades indicadas en esta página son las establecidas para cables directamente enterrados en zanja. Para los enterrados en zanja en el interior de tubos o similares, serán también de aplicación, pero con las modificaciones establecidas en el apartado 3.1.3 de la ITC-BT-07.2. Se considera, a estos efectos, instalación tipo la formada por un solo cable tripolar o tetrapolar o una terna de cables unipolares en contacto mutuo, o un cable bipolar o dos cables unipolares en contacto mutuo, directamente enterrados en toda su longitud en una zanja de 0,70 m de profundidad, en un terreno de resistividad térmica media de 1 K · m / W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25 °C. Para condiciones distintas de las indicadas, aplicar los factores de corrección que figuran en esta misma página. 3. Incluye el conductor neutro, si existe. Los mismos valores, pero multiplicados por 1,225, se aplicarán para el caso de dos cables unipolares. 4. Los mismos valores, pero multiplicados por 1,225, se aplicarán para el caso de un cable bipolar. 5. Para temperaturas distintas de las indicadas, se aplicará el factor de corrección: $F = a \cdot (\theta_s - \theta_t) / (\theta_s - 25)$.

CONDUCTORES Y CABLES (REBT)

Intensidades máximas admisibles en redes subterráneas (cont.)

INSTALACIONES AL AIRE (6). INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN RÉGIMEN PERMANENTE

En una instalación tipo(7). Cables con conductores de aluminio o de cobre												
Sección nominal (mm ²)	Tres cables unipolares (8)			Un cable trifásico			Tres cables unipolares (8)			Un cable trifásico		
	Tipo de aislamiento (XLPE = polietileno reticulado; EPR = etileno propileno; PVC = policloruro de vinilo)											
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
Conductores de aluminio: intensidad máxima (A)						Conductores de cobre: intensidad máxima (A)						
6	—	—	—	—	—	—	46	45	38	44	43	36
10	—	—	—	—	—	—	64	62	53	61	60	50
16	67	65	55	64	63	51	86	83	71	82	80	65
25	93	90	75	85	82	68	120	115	96	110	105	87
35	115	110	90	105	100	82	145	140	115	135	130	105
50	140	135	115	130	125	100	180	175	145	165	160	130
70	180	175	145	165	155	130	230	225	185	210	200	165
95	220	215	180	205	195	160	285	280	235	260	250	205
120	260	255	215	235	225	185	335	325	275	300	290	240
150	300	290	245	275	260	215	385	375	315	350	335	275
185	350	345	285	315	300	245	450	440	365	400	385	315
240	420	400	340	370	360	290	535	515	435	475	460	370
300	480	465	390	425	405	335	615	595	500	545	520	425
400	560	545	455	505	475	385	720	700	585	645	610	495
500	645	625	520	—	—	—	825	800	665	—	—	—
630	740	715	600	—	—	—	950	915	765	—	—	—

En una instalación tipo (7). Cables tetrapolares con conductores de aluminio y conductor neutro concéntrico de cobre

Cables y secciones (mm ²)	3 x 50 Al + 16 Cu	3 x 95 Al + 30 Cu	3 x 150 Al + 50 Cu	3 x 240 Al + 80 Cu
Intensidad máxima (A)	125	195	260	360

Factor de corrección F, para una temperatura ambiente distinta de 40 °C (9)

Temperatura ambiente (10) θa (°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Temperatura de servicio θs: 90 °C	1,27	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,84	0,77
Temperatura de servicio θs: 70 °C	1,41	1,35	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,81	0,71	0,58

Factor de corrección para agrupaciones de cables unipolares				Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos											
Tipo instalación		Nº band.	Nº de circuitos trifásicos (8,11)			Tipo instalación		Nº band.	Número de circuitos trifásicos (8)						
Band.	Cables		1	2	3	Band.	Cables		1	2	3	4	6	9	
Bandejas perforadas (12)	3 contiguos	1	0,95	0,90	0,85	Bandejas perforadas (12)	Contiguos	1	1,00	0,90	0,80	0,80	0,75	0,75	
		2	0,95	0,85	0,80			2	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	
		3	—	0,85	0,80			3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	
	3 en trébol	1	1,00	1,00	0,95		Espaciados	1	1,00	1,00	1,00	0,95	0,90	0,90	—
		2	0,95	0,95	0,90			2	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	—	
		3	0,95	0,90	0,85			3	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	—	
B. Verticales perforadas (13)	3 contiguos	1	0,95	0,85	—	B. Verticales perforadas (13)	Contiguos	1	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	
		2	0,90	0,85	—			2	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,70	
		3	—	—	—			3	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,70	
	3 en trébol	1	1,00	0,90	0,90		Espaciados	1	1,00	0,90	0,90	0,90	0,85	—	
		2	1,00	0,90	0,85			2	1,00	0,90	0,90	0,85	0,85	—	
		3	0,95	0,90	0,85			3	1,00	0,90	0,90	0,85	0,85	—	
Escalera, soporte, etc (12)	3 contiguos	1	1,00	0,95	0,95	Escalera, soporte, etc (12)	Contiguos	1	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	
		2	0,95	0,90	0,90			2	1,00	0,85	0,80	0,80	0,75	0,75	
		3	0,95	0,90	0,85			3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	
	3 en trébol	1	1,00	1,00	1,00		Espaciados	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	—	
		2	0,95	0,95	0,95			2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	—	
		3	0,95	0,95	0,90			3	1,00	1,00	0,95	0,95	0,75	—	

6. En galerías, zanjas registrables, atarjeas o canales revisables. 7. Se considera, a estos efectos, instalación tipo la formada por un solo cable tripolar o tetrapolar, o una terna de cables unipolares en contacto mutuo, con una colocación tal (sobre bandejas, fijados a una pared, etc.) que permita una eficaz renovación del aire, siendo la temperatura ambiente de 40 °C. 8. Incluye además el conductor neutro, si existe.

9. Cuando el tamaño de los canales o galerías por los que discurre la instalación no permita una eficaz renovación del aire, se estimará el aumento de temperatura que tal circunstancia producirá a los efectos de aplicar este factor de corrección. 10. Para temperaturas distintas de las indicadas, se aplicará el factor de corrección: $F = a(\theta_s - \theta_a) / (\theta_s - 40)$. 11. Para circuitos con varios cables en paralelo por fase, cada grupo de tres conductores se considera como un circuito. 12. Valores indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm; para distancias más pequeñas, deberán reducirse. 13. Valores indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, estando las bandejas montadas dorso con dorso; para distancias más pequeñas, deberán reducirse.

CONDUCTORES Y CABLES (REBT)

Intensidades máximas admisibles en redes subterráneas (cont.)

DENSIDADES DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES (A/mm²)

Tipo de aislamiento	Conduct. de aluminio: duración del cortocircuito (s)										Conduct. de cobre: duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
XLPE y EPR	294	203	170	132	93	76	66	59	54	449	318	259	201	142	116	100	90	82		
PVC, secc. < 300 mm ² .	237	168	137	106	75	61	53	47	43	364	257	210	163	115	94	81	73	66		
PVC, secc. > 300 mm ² .	211	150	122	94	67	54	47	42	39	322	228	186	144	102	83	72	64	59		

Intensidades máximas admisibles (A) al aire a 40 °C en instalaciones receptoras (ITC-BT-19)

Tipo de instalación			Número de conductores con carga, y naturaleza del aislamiento (P = PVC; X = XLPE o EPR)																
A.	Conductores aislados	En tubos empotrados en paredes aislantes																	
A2.	Cables multiconductores		3 P	2 P															
B.	Conductores aislados	En tubos ⁽¹⁾ en montaje superficial ⁽²⁾																	
B2.	Cables multiconductores		3 P	2 P															
C.	Cables multiconductores directamente s/la pared ⁽³⁾																		
E.	Cables multiconductores al aire libre ⁽⁴⁾																		
F.	Cables unipolares en contacto mutuo ⁽⁵⁾																		
G.	Cables unipolares separados entre sí ⁽⁶⁾																		

Sección de los conductores de cobre (mm ²)	1,5	11,5	13	13,5	15	16	—	18	21	24	—	
	2,5	16	17,5	18,5	21	22	—	25	29	33	—	
	4	21	23	24	27	30	—	34	38	45	—	
	6	27	30	32	36	37	—	44	49	57	—	
	10	37	40	44	50	52	—	60	68	76	—	
	16	49	54	59	66	70	—	80	91	105	—	
	25	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	
	35	77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	
	50	94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	
	70				149	160	171	188	202	224	244	321
	95				180	194	207	230	245	271	296	391
	120				208	225	240	267	284	314	348	455
	150				236	260	278	310	338	363	404	525
	185				286	297	317	354	386	415	464	601
	240				315	350	374	419	455	490	552	711
	300				360	404	423	484	524	565	640	821

1. Incluyendo canaletas y conductos de sección circular. 2. O empotrados en obra. 3. O en bandeja no perforada. 4. O en bandeja perforada. En todo caso, la distancia a la pared no será inferior a 0,3 veces el diámetro del cable. 5. Distancia a la pared no inferior al diámetro del cable. 6. Una distancia no inferior al diámetro del cable. 7. A partir de 25 mm² de sección.

Diámetros exteriores mínimos (mm) de los tubos (ITC-BT-21)

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Tubos en canalizaciones superficiales										Tubos en canalizaciones empotradas					Tubos en canalizaciones enterradas				
	Número de conductores										Número de conductores					Número de conductores				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	<6	7	8	9	10					
1,5	12	12	16	16	16	12	12	16	16	20	25	32	32	32	32					
2,5	12	12	16	16	20	12	16	20	20	20	32	32	40	40	40					
4	12	16	20	20	20	12	16	20	20	25	40	40	40	40	50					
6	12	16	20	20	25	12	16	25	25	25	50	50	50	63	63					
10	16	20	25	32	32	16	25	25	32	32	63	63	63	75	75					
16	16	25	32	32	32	20	25	32	32	40	63	75	75	75	90					
25	20	32	32	40	40	25	32	40	40	50	90	90	90	110	110					
35	25	32	40	40	50	25	40	40	50	50	90	110	110	110	125					
50	25	40	50	50	50	32	40	50	50	63	110	110	125	125	140					
70	32	40	50	63	63	32	50	63	63	63	125	125	140	160	160					
95	32	50	63	63	75	40	50	63	75	75	140	140	160	160	180					
120	40	50	63	75	75	40	63	75	75	—	160	160	180	180	200					
150	40	63	75	75	—	50	63	75	—	—	180	180	200	200	225					
185	50	63	75	—	—	50	75	—	—	—	180	200	225	225	250					
240	50	75	—	—	—	63	75	—	—	—	225	225	250	250	—					

FÓRMULAS ELÉCTRICAS

Relaciones entre intensidad (I), tensión (U), resistencia (R) y potencia (P) eléctricas

Concepto		Corriente continua	Corriente alterna monofásica	Corriente alterna trifásica
Intensidad	I	$I = \frac{U}{R} = \frac{P}{U}$	$I = \frac{U \cos \varphi}{R} = \frac{P}{U \cos \varphi}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3} U_L \cos \varphi} = \frac{S}{\sqrt{3} U_L}$
	I_a	—	$I_a = I \cos \varphi$	$I_a = I \cos \varphi$
	I_r	—	$I_r = I \sin \varphi$	$I_r = I \sin \varphi$
Tensión	U	$U = IR = \frac{P}{I}$	$U = \frac{IR}{\cos \varphi} = \frac{P}{I \cos \varphi}$	$U_L = \frac{P}{\sqrt{3} I \cos \varphi} = \frac{S}{\sqrt{3} I}$
Resistencia	R	$R = \frac{U}{I}$ $R = \rho \frac{L}{s}$	$R = \frac{U}{I} \cos \varphi$ $X = \frac{U}{I} \sin \varphi$ $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$	$R = \frac{U_L}{\sqrt{3} I} \cos \varphi$ $X = \frac{U_L}{\sqrt{3} I} \sin \varphi$ $Z = \frac{U_L}{\sqrt{3} I}$ $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$
	P Q S	$P = UI = I^2 R$ — —	$P = UI \cos \varphi$ $Q = UI \sin \varphi$ $S = UI$	$P = \sqrt{3} U_L I \cos \varphi$ $Q = \sqrt{3} U_L I \sin \varphi = P \operatorname{tg} \varphi$ $S = \sqrt{3} U_L I = \sqrt{P^2 + Q^2}$
Designaciones:		I = intensidad (A) I_a = intensidad activa (A) I_r = intensidad reactiva (A) U_L = tensión entre fases (V) U = tensión simple (V)	L = longitud (m) P = potencia activa (W) Q = potencia reactiva (VAR) S = potencia aparente (VA) s = sección del conductor (mm ²)	ρ = resistividad (μΩ/m) R = resistencia (Ω) X = reactancia (Ω) φ = ángulo tensión-intensidad

Cálculo de la sección de los conductores, las caídas de tensión y las pérdidas de potencia

Concepto		Sección	Caída de tensión	Pérdida de potencia
Corriente continua (cos φ = 1), y alterna monofásica	Conocida la intensidad	$s = \frac{2II \cos \varphi}{\gamma \Delta U}$	$\Delta U = \frac{2II \cos \varphi}{\gamma s}$	$\Delta P = \frac{200IP}{\gamma s I^2 \cos^2 \varphi}$
	Conocida la potencia	$s = \frac{2LP}{\gamma \Delta U U}$	$\Delta U = \frac{2LP}{\gamma s U}$	
Corriente trifásica	Conocida la intensidad	$s = \frac{1,73LI \cos \varphi}{\gamma \Delta U}$	$\Delta U = \frac{1,73LI \cos \varphi}{\gamma s}$	$\Delta P = \frac{100IP}{\gamma s I^2 \cos^2 \varphi}$
	Conocida la potencia	$s = \frac{LP}{\gamma \Delta U U}$	$\Delta U = \frac{LP}{\gamma s U}$	
Designaciones:		γ = conductibilidad (Cu, 56; Al, 35; Fe, 8,5). ΔU = caída de tensión desde el principio hasta el final de la línea (V).	P = potencia activa que se transporta (W). ΔP = pérdida de potencia desde el principio hasta el final de la línea (W). I = intensidad de la línea (A).	L = longitud sencilla de la línea (m). s = sección de los conductores (mm ²). U = tensión entre fases (para corriente trifásica) (V).

Otras fórmulas

Factor de potencia:

$$\cos \varphi = \frac{\text{Potencia activa}}{\text{Potencia aparente}}$$

Reactancia (Ω):

$$\text{—Inductiva: } X_L = \omega L = 2 \pi f L$$

$$\text{—Capacitiva: } X_C = 1 / C \omega = 1 / 2 \pi f C$$

Rendimiento:

$$\cos \eta = \frac{\text{Potencia útil}}{\text{Potencia activa absorbida}}$$

Siendo:

$$L = \text{inductancia (H)}$$

$$C = \text{capacidad (F)}$$

$$\omega = \text{pulsación} = 2 \pi f \quad (f = \text{frecuencia, en Hz})$$

EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO

1 / 2

Grado de protección IP

La norma EN 60.529 establece que el grado de protección de una envolvente deberá ser indicado de la siguiente manera: IP XX - IK XX, donde el índice IP hace referencia, con dos cifras, al grado de protección contra cuerpos sólidos y líquidos, y el índice IK al grado de protección contra choques mecánicos.

ÍNDICES DE PROTECCIÓN IP (CEI 529 y EN 60.529)

Cifra	Significado	Antigua simbología ⁽¹⁾
-------	-------------	-----------------------------------

Primera cifra: protección del equipo eléctrico contra la penetración de cuerpos sólidos extraños

0	Sin protección	
1	Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 50 mm de diámetro (ej.: dorso de la mano)	
2	Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 12,5 mm de diámetro (ej.: dedos de la mano)	
3	Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm de diámetro (ej.: herramientas, tornillos)	
4	Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 1 mm de diámetro (ej.: alambres)	
5	Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales).....	
6	Totalmente protegido contra el polvo	

Segunda cifra: protección del equipo eléctrico contra la penetración de agua con efecto perjudicial

0	Sin protección	
1	Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación)	
2	Protegido contra caídas de gotas de agua con hasta 15° de inclinación respecto a la vertical	
3	Protegido contra el agua de lluvia con hasta 60° de inclinación respecto a la vertical	
4	Protegido contra las proyecciones de agua en todas direcciones (salpicaduras)	
5	Protegido contra el lanzamiento de agua en todas direcciones (chorros de agua)	
6	Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes de mar	
7	Protegido contra la inmersión (pasajera)	
8	Protegido contra los efectos prolongados de la inmersión en condiciones especificadas bar ... m

ÍNDICE DE PROTECCIÓN IK (UNE EN 50.102/96)											2 / 2	
Cifras IK	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
Protección contra una energía de choque de de... (en julios)	0	0,15	0,20	0,35	0,50	0,70	1,00	2,00	5,00	10,00	20,00	
1. Esta simbología aún permanece en algunas normas.												

Colores de pulsadores y lámparas (EN 60.204)		
Color	Significado	Aclaración, o acción por parte del operador. Ejemplos de aplicación
PULSADORES		
Rojo	Emergencia	Accionar en un estado peligroso o en una emergencia. Desconexión (parada) de emergencia.
Amarillo	Anormal	Accionar en un estado anormal. Intervención para volver a arrancar un desarrollo automático que se interrumpió.
Verde	Seguro	Accionar en condición segura o preparar en estado normal. ARRANQUE/SÍ ⁽¹⁾ .
Azul	Obligatorio	Accionar en un estado que requiere una operación obligatoria. Función de reposición.
Blanco	Ninguno ⁽²⁾	Para la iniciación general de funciones ⁽³⁾ , ARRANQUE/SÍ ⁽⁴⁾ , PARADA/NO.
Gris	Ninguno ⁽²⁾	Para la iniciación general de funciones ⁽³⁾ , ARRANQUE/SÍ, PARADA/NO.
Negro	Ninguno ⁽²⁾	Para la iniciación general de funciones ⁽³⁾ , ARRANQUE/SÍ, PARADA/NO ⁽⁴⁾ .
LÁMPARAS		
Rojo	Emergencia	Acción inmediata para reaccionar ante un estado peligroso. Presión/temperatura fuera de límites seguros.
Amarillo	Anormal	Supervisión y/o intervención. Presión/temperatura sobrepasa las zonas normales.
Verde	Normal	Opcional. Presión/temperatura dentro de las zonas normales.
Azul	Obligatorio	Se requiere una acción obligatoria del operador. Indicación para introducir valores prefijados.
Blanco	Ninguno ⁽²⁾	Supervisión. Informaciones generales.
1. Sin embargo, es preferible usar el color blanco. 2. Ese color no tiene asignado ningún significado especial.		
3. Salvo la de desconexión de emergencia. 4. Preferido.		

4.6 INSTRUCCIÓN MI IF 012. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ÍNDICE

1. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.

2. LOCALES HÚMEDOS, MOJADOS Y CON RIESGO DE EXPLOSIÓN O INCENDIO.

3. PRESCRIPCIONES ESPECIALES.

3.1. Ventiladores.

3.2. Cámaras frigoríficas o con atmósfera artificial.

3.2.1. Cámaras acondicionadas para funcionar a temperatura bajo cero o con atmósfera artificial.

3.2.2. Cámaras acondicionadas para funcionar a temperatura inferior a -5°C.

3.2.3. Cámaras acondicionadas para funcionar a temperatura inferior a -20°C (cámaras de congelación).

3.3. Instalaciones frigoríficas que utilicen amoníaco como refrigerante.

1. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

El proyecto, construcción, montaje, verificación y utilización de las instalaciones eléctricas, se ajustarán a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Los circuitos eléctricos de alimentación de los sistemas frigoríficos se instalarán de forma que la corriente se establezca o interrumpa independientemente de la alimentación de otras partes de la instalación, y, en especial, de la red de alumbrado, dispositivos de ventilación y sistemas de alarma.

La intensidad y reparto de los receptores para alumbrado normal, en los locales que contengan elementos de un equipo frigorífico, permitirán la libre circulación de las personas.

2. LOCALES HÚMEDOS, MOJADOS Y CON RIESGO DE EXPLOSIÓN O INCENDIO

A los efectos de lo dispuesto por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y en sus Instrucciones Técnicas Complementarias, se considerarán:

- Locales húmedos: Las cámaras y antecámaras frigoríficas.

- Locales mojados: Las fábricas de hielo en tanques de salmuera y sus cámaras y antecámaras frigoríficas, salas de condensadores (excepto los de aire y de agua, en elementos cerrados) y torres de refrigeración.

- Locales con riesgo de explosión o incendio: cámaras de atmósfera sobre oxigenada para maduración acelerada y locales con instalaciones que utilicen refrigerantes inflamables a que se refiere el número 4 de la Instrucción MI-IF 008.

3. PRESCRIPCIONES ESPECIALES

3.1. Ventiladores.

En el caso de ventilación forzada de la sala de máquinas, los electro ventiladores tendrán una línea de alimentación independiente del resto de la instalación.

Los ventiladores se accionarán por aparatos de conexión y corte de corriente situados en el interior y en el exterior de la sala de máquinas y en sitio accesible. Si la sala de máquinas no se encuentra al nivel de la calzada, se dispondrá un dispositivo suplementario de mando en la entrada al edificio e igualmente accesible.

3.2. Cámaras frigoríficas o con atmósfera artificial.

3.2.1. Cámaras acondicionadas para funcionar a temperatura bajo cero o con atmósfera artificial.- En las cámaras acondicionadas para funcionar a temperatura bajo cero o con atmósfera artificial, se dispondrán junto a la puerta, y por su parte interior, dos dispositivos de llamada (timbre, sirena o teléfono), uno de ellos conectado a una fuente propia de energía (batería de acumuladores, etcétera), convenientemente alumbrados con un piloto y de forma que se impida la formación de hielo sobre aquél. Este piloto estará encendido siempre que estén cerradas las puertas y se conectará automáticamente a la red de alumbrado de emergencia, caso de faltar el fluido a la red general.

Cuando exista una salida de emergencia estará señalada con la indicación: "Salida de urgencia", disponiendo junto a ella una luz piloto que permanecerá encendido mientras estén cerradas las puertas y que, asimismo, se alimentará de la red de emergencia si faltara el fluido a la red general.

Los dispositivos de llamada, pilotos y las salidas de emergencia, cuando existan, deberán revisarse cuantas veces sea necesario para evitar que queden cubiertos por el hielo.

3.2.2. Cámaras acondicionadas para funcionar a temperatura inferior a -5°C.- Además de lo indicado en el número anterior, en los almacenes acondicionados para funcionar a temperatura inferior a -5°C las puertas llevarán dispositivos de calentamiento, los cuales se pondrán en marcha siempre que funcione la cámara correspondiente por debajo de dicha temperatura, no existiendo interruptores que puedan impedirlo.

3.2.3. Cámaras acondicionadas para funcionar a temperatura inferior a -20°C (cámaras de congelación).- En estos locales se cumplirá, además de lo indicado anteriormente, lo que se señala para las instalaciones en locales de muy baja temperatura en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y en sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

3.3. Instalaciones frigoríficas que utilicen amoníaco como refrigerante.

En los locales en los que funcionen compresores u otras partes no estáticas de instalaciones frigoríficas, y que contengan amoníaco en cantidad tal que el peso del refrigerante por metro cúbico de volumen (resultado de dividir la carga del equipo por el volumen del local) sea igual o superior a 110 gr/m³, se cumplirán las prescripciones siguientes:

Se instalarán uno o varios dispositivos detectores de amoníaco, sensitivos a una concentración de 2 por cien, o pulsadores de paro de urgencia situados al exterior, cuando se encuentre personal en forma permanente.

Estos dispositivos accionarán:

a) Un interruptor general situado en el exterior de los locales que cortará la alimentación a todos los circuitos eléctricos de dicho local.

b) La puesta en servicio de la ventilación mecánica cuyos motores estarán previstos contra riesgo de explosión, o estarán situados en el exterior de la mezcla aire-amoníaco ha evacuar. La construcción de los ventiladores y los materiales empleados en los mismos, deberán reunir las condiciones adecuadas para no favorecer la emisión de chispas ni la propagación del fuego.

c) El corte de alumbrado normal y puesta en servicio del alumbrado de seguridad, protegido contra riesgo de explosión.

d) Una alarma acústica y luminosa.

4.7 Riesgos eléctricos

ALGUNAS NOCIONES BÁSICAS SOBRE EL RIESGO ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA PREVENIRLO

Es necesario tener en cuenta que a pesar de que el número de accidente eléctrico es bastante más bajo que en otros sectores sus consecuencias suelen ser mortales.

Los principales riesgos que conllevan las instalaciones eléctricas son:

- Electrocuación por contacto eléctrico
- Incendio o explosión

El contacto eléctrico puede ser de dos tipos:

- Directo: cuando las personas entran en contacto con partes activas en tensión.
- Indirecto: cuando el contacto se produce con masas puestas accidentalmente en tensión

MEDIDAS PREVENTIVAS PARA TRABAJOS EN BAJA TENSIÓN:

CUADROS ELÉCTRICOS

- Mantener siempre todos los cuadros eléctricos cerrados.
- Desconectar la tensión antes de abrir el cuadro eléctrico.
- Todas las líneas de entrada y salida a los cuadros eléctricos estarán perfectamente sujetas y aisladas.
- En los armarios y cuadros eléctricos deberá colocarse una señal donde se haga referencia al tipo de riesgo a que se está expuesto.

CABLES, CLAVIJAS, CONEXIONES, EMPALMES, ENCHUFES

- Garantizar el aislamiento eléctrico de todos los cables activos.
- Los empalmes y conexiones estarán siempre aislados, protegidos y bien fijados.
- Las clemas de conexión se reaprietarán para comprobar su fijación.
- Los cables de alimentación de los componentes de la instalación deben estar protegidos con material resistente, que no se deteriore por roces o torsiones.
- No utilizar cables defectuosos, clavijas de enchufe rotas, ni aparatos cuya carcasa presente defectos.
- Para desconectar una clavija de enchufe, se tirará siempre de ella, **nunca del cable de alimentación**.
- No se tirará de los cables eléctricos para mover o desplazar los aparatos o maquinaria eléctrica.
- Verificar que los aparatos estén perfectamente conectados.
- Evitar que se estropeen los conductores eléctricos, protegiéndolos contra:
 - quemaduras por estar cerca de una fuente de calor
 - los contactos con sustancias corrosivas
 - los cortes producidos por útiles afilados o máquinas en funcionamiento
 - pisadas de vehículos.
- Se revisará periódicamente el estado de los cables flexibles de alimentación y se asegurará que la instalación sea revisada por el servicio de mantenimiento.
- La conexión a máquinas se hará siempre mediante bornas de empalme, suficientes para el número de cables a conectar. Estas bornas irán siempre alojadas en cajas registro.
- Todas las cajas registro, empleadas para conexión, empalmes o derivados, en funcionamiento estarán siempre tapadas.
- Todas las bases de enchufes estarán bien sujetas, limpias y no presentarán partes activas accesibles, cuando están conectadas.
- Todas las clavijas de conexión estarán bien sujetas a la manguera correspondiente, limpias y no representarán partes activas accesibles, cuando están conectadas.

PUESTA A TIERRA

- La puesta a tierra se revisará al menos una vez al año para garantizar su continuidad.
- Todas las masas con posibilidad de ponerse en tensión por avería o defecto, estarán conectadas a tierra.
- Los cuadros metálicos que contengan equipos y mecanismos eléctricos estarán eficazmente conectados a tierra.
- Se utilizará siempre que se pueda herramientas con conexión a tierra, para evitar que la persona que la utilice sufra una descarga eléctrica en caso de fallo.
- Las máquinas o herramientas que carecen de sistema de puesta a tierra deben disponer de sistema de protección por doble aislamiento.
- En las máquinas y equipos eléctricos, dotados de conexión a tierra, ésta se garantizará siempre.
- En las máquinas y equipos eléctricos, con doble aislamiento, éste se conservará siempre.
- Las bases de enchufe de potencia, tendrá la toma de tierra incorporada.
- Todos los receptores portátiles protegidos con puesta a tierra, tendrán la clavija de enchufe con toma de tierra incorporada.

PROTECCIÓN DIFERENCIAL

- Todas las instalaciones eléctricas estarán equipadas con protección diferencial adecuada.

- La protección diferencial se deberá verificar periódicamente mediante el pulsador (mínimo una vez al mes) y se comprobará que actúa correctamente.

MANIPULACIÓN, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN

- Cuando haya que manipular en una instalación eléctrica, hacerlo siempre con la instalación desconectada.

- Las operaciones de mantenimiento, manipulación y reparación las efectuarán solamente personal especializado.

- El personal que realiza trabajos en instalaciones empleará Equipos de Protección Individual y herramientas adecuadas.

OTRAS MEDIDAS PREVENTIVAS

- No habrá humedades importantes en la proximidad de las instalaciones eléctricas.

- El material eléctrico se depositará en lugares secos.

- No se mojarán los aparatos o instalaciones eléctricas.

- En ambientes húmedos, el especialista eléctrico asegurará, que las máquinas eléctricas y todos los elementos de la instalación cumplen las normas de seguridad.

- Los interruptores de la maquinaria deben estar situados de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva, cuando no sean utilizadas.

- No dejar conectadas a la red aquellas herramientas que no estén en uso.

- No se alterará ni modificará la regulación de los dispositivos eléctricos.

- La tensión de las herramientas eléctricas portátiles no podrá exceder de 250 voltios con relación a tierra.

- Si se emplean pequeñas tensiones de seguridad, éstas serán igual o inferiores a 50V en los locales secos y a 24V en los húmedos.

- Si un aparato o máquina ha sufrido un golpe, o se ha visto afectado por la humedad o por productos químicos, no lo utilice y haga que lo revise un especialista.

LOCALES CON RIESGOS ESPECÍFICOS

- Cuando el emplazamiento pueda estar mojado, los equipos eléctricos, receptores fijos y tomas de corriente deben estar protegidos contra proyecciones de agua y las canalizaciones deben ser estancas.

- En emplazamientos donde se trabaje con materiales inflamables se deben extremar las medidas de seguridad, deben estar convenientemente señalizados y la instalación ha de ser antideflagrante.

CÓMO ACTUAR EN CASO DE ACCIDENTE

Para socorrer a una persona electrizada por la corriente:

- No debe tocarla, sino cortar inmediatamente la corriente.

- Si se tarda demasiado o resulta imposible cortar la corriente, trate de desenganchar a la persona electrizada por medio de un elemento aislante.

- En presencia de una persona electrizada por corriente en alta tensión, **NO SE APROXIME A ELLA.** Llame inmediatamente a un especialista eléctrico.

REGLAMENTOS

- **Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre** (Industria y Energía), por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.
- **Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio**, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- **Real Decreto 168/1985, de 6 febrero**, Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre Condiciones Generales de Almacenamiento Frigorífico.
- **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo**, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- **Real Decreto 865/2003, de 4 de julio**, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- **Real Decreto 842/ 2002, de 2 de agosto**, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- **INSHT**, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. www.insht.es
- **Legionela**: www.legionela.info

MANUALES TECNICOS

- **Manual de Aire Acondicionado** (Handbook ok Air Conditioning System Desing) Carrier, Editorial Marcombo Boixareu Editores.
- **Manual ASHRAE – 1985 FUNDAMENTALS** Editado por ATECYR.
- **Manual ASHRAE – 1990 REFRIGERATION**, Sistemas y aplicaciones. Editado por ATECYR
- **Instalaciones Frigoríficas Tomo 1 y 2** de P.S. Rapin, editado por Marcombo Boixareu Editores.
- **Vitrinas y Muebles Frigoríficos**, Georges Rigot, editado por A. Madrid Vicente Ediciones.
- **Tratado Practico de Refrigeración Automatica**, de J. Alarcon Creus, editado por Marcombo Boixareu Editores
- **Nuevo Curso de Ingeniería del Frio**, Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Murcia, editado por A. Madrid Vicente Ediciones
- **Curso 2007/2008 de Termodinámica Y Termotecnia** de la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura.

FABRICANTES, DISTRIBUIDORES

- **Afrisa**:
C/ Mejorada, 4 Pol. Ind. Sector 8 (Las Monjas) 28850 Torrejón de Ardoz (Madrid) www.grupodisco.com
- **AKO Electromecánica, SAL**
Avd. Roquetes, 30-38 08812 S. Pere de Ribes – (Barcelona) Tf/ 938142700 Fax: 938934054, www.ako.es
- **Carrier España SA**:
Pº Castellana, 36-38 28046 Madrid www.carrier.es
- **Clivet España**:
Avda. Quitapesares, 50 28670 Villaviciosa de Odón (Madrid) Tel: 916658280 Fax: 916657806 www.Clivet.es
- **Copeland**: www.copeland.com
- **Danfoss SA**:
C/ Caléndula, 93 Edificio I Miniparc III Urb. "El Soto de la Moraleja" 28109 Alcobendas (Madrid) Tel: 916586688 Fax: 916637370 www.danfoss.es
- **Distribuciones Casamayor**:
C/ del Rayo, s/n- Nave, 34 Pol. Ind. San José de Valderas II 28918 Leganes (Madrid) Tel: 916193582 Fax: 916194114115, www.dcasamayor.com
- **Emerson Climate Technologies**: www.emersonclimate.com
- **Extinfrisa Extinción y Refrigeración SA**:
C/ Roma, 2 28813 Torres de la Alameda (Madrid) Tel: 902199590 Fax: 902199591 www.extinfrisa.es
- **Frimetal SA**
C/ San Toribio, 6 28031 Madrid Tel: 913030426 Fax: 917774761 www.frimetal.es

NUESTRO PRODUCTO FINAL VALIOSO DE INTERCAMBIO:
INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y SERVICIO TÉCNICO DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y CLIMATIZACIÓN, INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DOMESTICAS, SEGÚN LAS NECESIDADES ESPECIFICAS DE CADA USO Y CASO A PLENA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.

**Certificado de Empresa Instaladora y Mantenedora de instalaciones frigoríficas RSF (Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas).
nº: FI-106 y nº: FM-84**

Certificado de Empresa Instaladora y Mantenedora del RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios) nº: EITE-2603 y nº: EMTE-1157



Página web <http://www.catain.es>

Dto. Administración: admin@catain.es

Dto. Comercial: comercial@catain.es

Dto. Técnico: sat@catain.es

Teléfono/Fax: 914712302

Móvil: 609030400

(Rev.190310)



CLIMATIZACION



REFRIGERACION

