NOMBRE:	Principios básicos en electricidad y electrónica
VERSION:	0.0
REVISION:	00
Nº PAGINAS:	107
NOMBRE DE ARCHIVO:	Principios Básicos en Electricidad y Electronica.doc
REALIZADO: FIRMA:	A L R
FECHA:	10 – Octubre – 2008

Email: alor_5615@hotmail.com

INTRODUCCION

El objetivo de este manual es explicar de forma no técnica, conceptos básicos aplicados en electricidad y electrónica, comúnmente usados tanto por el proyectista como por personal de mantenimiento en instalaciones industriales.

De cara al técnico de mantenimiento, se recogen términos y cuestiones frecuentes que se puedan plantear durante el proceso de cualquier automatización industrial, asi como el análisis de componentes electrónicos de potencia usados en dispositivos eléctricos.

De cara al proyectista, recoge extracto de los principios de seguridad en automatización industrial a demás de la normativa vigente en la realización de esquemas eléctricos.

Alor_5615@hotmail.com

La información descrita en este manual puede estar sujeta a variaciones motivadas por futuras modificaciones en reglamentos y normas vigentes en la actualidad.

CONTENIDO

ELECTRÓNICA

Pg.: 8 Semiconductores Intrínsecos y Extrínsecos

Pg.: 8 Resistencias Dependientes

Pg.: 9 EL CONDENSADOR

Pg.: 12 EL DIODO

Pg.: 14 EL DIAC

Pg.: 14 EL Varistor

Pg.: 16 EL Transistor

Pg.: 19 El tiristor

Pg.: 22 EL IGBT “Transistor de potencia”

Pg.: 24 ENCODERS

Pg.: 26 PASO DE NPN A PNP

Pg.: 26 Filtrado de señales eléctricas

Pg.: 28 Desacoplamiento de las perturbaciones

Pg.: 30 Filtro RFI casero

Pg.: 31 SIMBOLOGIA ELECTRÓNICA

Pg.: 55 Ejemplo de Circuitos Electrónicos Útiles

FILTRADO DE LA COMPONENTE ALTERNA

FILTRADO DE LA COMPONENTE CONTINUA

PUENTE DE ALIMENTACIÓN “El rizado”

ELECTRICIDAD

Pg.: 56 FORMULAS Y CONCEPTOS GENERALES
Potencias y consumos:
Poder de corte
Poder de cierre

Pg.: 57 EFECTOS DE LA CORRIENTE SOBRE EL CUERPO

Pg.: 57 RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL CUERPO HUMANO

Pg.: 58 COMPONENTES ELECTRICOS DE PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITOS Y SOBRECARGAS.
Fusibles;
Disyuntores magnéticos;
Reles térmicos;
Sondas PTC para motores;
Reles electromagnéticos de máxima corriente;

Pg.: 59 ELECCIÓN DE UN DISPOSITIVO DE PROTECCION

Pg.: 60 COMPONENTES DE PROTECCION CONTRA DERIVACIÓN A MASA "PROTECCIÓN DIFERENCIAL".

Pg.: 62 EL CONTACTOR

Pg.: 64 SELECTIVIDAD EN LAS REDES DE BAJA TENSIÓN

Selectividad por intensidad en el caso de intensidades de cortocircuito diferentes.
Selectividad por intensidad en caso de intensidades de cortocircuito similares.
Selectividad natural.
Selectividad entre interruptores automático y cortocircuitos fusibles conectados aguas abajo.
Selectividad entre interruptores automáticos y cortacircuitos fusibles conectados aguas arriba.
Selectividad entre cortacircuitos fusibles.
Fusibles.

Clases de fusibles según su función.
Generalidades .

Pg.: 66 DIMENSIÓN DE LOS CONDUCTORES EN INSTALACIONES ELECTRICAS

Calculo de sección por caída de tensión:
Calculo de caída de tensión por sección de cable adoptada:

Pg.: 68 CANALIZACIONES

Pg.: 68 TIERRA DE SERVICIO

Pg.: 68 TIERRA DE PROTECCIÓN

Pg.: 69 Prescripciones y normas IEC 204, DIN EN 60204/VDE0113
Elementos eléctricos

Interruptor principal.

Dispositivo de paro de emergencia.
Mandos de paro de emergencia.
Protección en caso de fallo de tensión.
Transformador de mando.
Conectar o no conectar a tierra.
Transformadores de maniobra.
Fiabilidad de las maniobras eléctricas.
Protección frente a cortocircuito.
Protección contra sobrecarga.
Dispositivo de paro de emergencia.
Interruptor principal.
Circuitos auxiliares.
Cableado

Pg.: 71 SIGNIFICADO Y EXPLICACIÓN DE LOS CODIGOS IP, IK

Pg.: 72 GESTIÓN TERMICA EN CUADROS ELÉCTRICOS

Pg.: 77 MORTOR ASÍNCRONO TRIFASICO

Pg.: 78 MORTOR ASÍNCRONO TRIFÁSICO ALIMENTACION MONOFASICA "90º"

Pg.: 78 MORTOR ASÍNCRONO MONOFASICO

MODOS DE ARRANQUE

Pg.: 80 CHEKEO DE MOTOR AVERIADO

Pg.: 81 GENERACIÓN DE TRIFÁSICA "con desfase 120º" PARTIENDO DE MONOFASICA

Pg.: 82 GENERACIÓN DE MONOFASICA A 660V PARTIENDO DE 220V MONOFASICA

Pg.: 83 PROTECCIÓN MONOFASICA CON APARAMENTA TRIFÁSICA

Pg.: 83 PARÁMETRIZACIÓN BÁSICA EN VARIADORES OMRON

Pg.: 87 DISPOSITIVOS Y MEDICIONES AGUAS-ABAJO DE UN REGULADOR DE FRECUENCIA

Pg.: 87 PRINCIPIOS DE SEGURIDAD EN AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Pg.: 89 NORMALIZACION PARA DOCUMENTACIÓN ELECTROTECNICA

Pg.: 93 SIMBOLOGIA ELECTRICA

Pg.: 99 Ejemplo de Circuitos Eléctricos Básicos

INTERRUPTOR SIMPLE

INTERRUPTOR CONMUTADO

INTERRUPTOR DE CRUCE

ARRANCADOR INVERSOR MOTOR

ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO

ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO CON INVERSOR

MOTOR 2 VELOCIDADES “DAHLANDER”

ARRANQUE MOTOR MONOFASICO

ELECTRÓNICA

Semiconductores Intrínsecos y Extrínsecos

Semiconductor: Es un material que tiene un coeficiente de resistividad de valor intermedio entre los materiales conductores y aislantes.

Semiconductor Intrínseco: Es un semiconductor sin impurezas. La resistencia de un semiconductor varía en razón inversa de la temperatura. Un aumento de temperatura hace aumentar la energía de los electrones, pudiendo alguno separarse del enlace para intervenir en la conducción eléctrica.

Semiconductor de Tipo N: Es un semiconductor (**extrínseco**) que contiene cierto tipo de impurezas.
Si a un semiconductor intrínseco se le añaden algunos átomos que tienen cinco electrones en su última capa, como el antimonio (Sb), esos átomos tendrán un electrón no enlazado, el cual puede moverse dentro del semiconductor aumentando su conductividad. Así se forma un semiconductor tipo N. Estos átomos de impureza se llaman donadores, porque dan al semiconductor extrínseco electrones no enlazados.

Semiconductor de Tipo P: Si los átomos añadidos como impureza al semiconductor intrínseco contienen tres electrones en su última capa, como el indio (In), estos átomos tendrán falta de un electrón para hacer un enlace; se dice entonces que aparece un hueco. Así se forma un semiconductor tipo P. Estos átomos de impurezas se llaman aceptadores, porque aceptan a través de los huecos el paso de electrones.

Resistencias Dependientes

Según su funcionamiento, las resistencias pueden ser: a). Fijas; b). Variables; c). Dependientes. A su vez las dependientes se dividen en:

A. Dependientes de la tensión (VDR) o **Varistores**. Estos son resistencias cuyo valor depende de la tensión aplicada. La resistencia del varistor disminuye cuando la

tensión aumenta. Se fabrican con carburo de silicio y se suelen presentar en forma de disco. Sus características principales son:

- Característica tensión-intensidad: Curva que relaciona la tensión aplicada al varistor y la intensidad de corriente que pasa por él.
- Potencia Nominal: Máxima potencia de disipación en funcionamiento continuo.

B. Dependientes de la luz (LDR) o **Fotorresistencias**. Son resistencias cuyo valor varía según la iluminación que reciben. La resistencia disminuye cuando aumenta la iluminación. Se fabrican con sulfuro de cadmio y se presentan en forma cápsula transparente. Sus características principales son:

- Resistencia en la oscuridad: Valor de la resistencia sin recibir iluminación.
- Intensidad máxima admisible: Máxima intensidad de corriente que puede circular por ella sin deteriorarla.
- Potencia máxima admisible: Máxima potencia que puede disipar sin deteriorarse.

C. Dependientes de la temperatura (PTC o NTC) o **Termistores**. Son resistencias cuyo valor depende de la temperatura. Pueden ser:

a) *Resistencias PTC* (coeficiente positivo de temperatura). Su resistencia, dentro de un intervalo determinado de temperaturas, aumenta al aumentar la temperatura.

b) *Resistencias NTC* (coeficiente negativo de temperatura). Su resistencia disminuye rápidamente al aumentar la temperatura.

Se fabrican con óxidos metálicos semiconductores y se presentan en forma de resistencia cilíndrica, de disco o con envoltura metálica. Sus características principales son:

- Resistencia nominal: Resistencia a la temperatura de 25°C sin disipación apreciable de potencia.
- Temperatura máxima de funcionamiento: Máxima temperatura a la que conserva la estabilidad de sus características en funcionamiento continuo.
- Potencia máxima: Potencia que disipa cuando se eleva la temperatura del termistor desde 25°C hasta su temperatura máxima de funcionamiento.

EL CONDENSADOR

Los condensadores tienen un límite para la carga eléctrica que pueden almacenar, pasado el cual se perforan. Pueden conducir corriente continua durante sólo un instante, aunque funcionan bien como conductores en circuitos de corriente alterna. Esta propiedad los convierte en dispositivos muy útiles cuando debe impedirse que la corriente continua entre a determinada parte de un circuito eléctrico.

Los condensadores de capacidad fija y variable se utilizan junto con las bobinas, formando circuitos en resonancia, en las radios y otros equipos electrónicos. Además, en los tendidos eléctricos se utilizan grandes condensadores para producir resonancia eléctrica en el cable y permitir la transmisión de más potencia

La capacidad *C* de un condensador se define como el cociente entre la carga *Q* y la diferencia de potencia *V-V'* existente entre ellos.

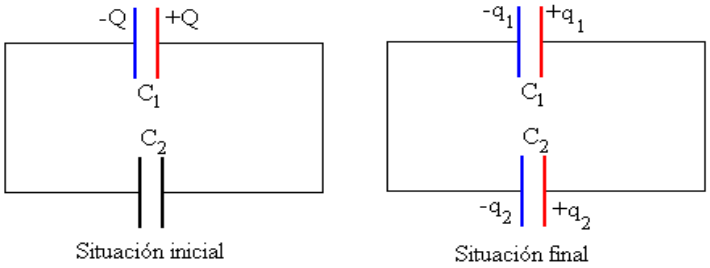
$$C = \frac{Q}{V - V'}$$

La unidad de capacidad es el farad o faradio F, aunque se suelen emplear submúltiplos de esta unidad como el microfaradio $\mu F=10^{-6}$ F, y el picofaradio, $pF=10^{-12}$ F.

Un condensador acumula una energía *U* en forma de campo eléctrico.

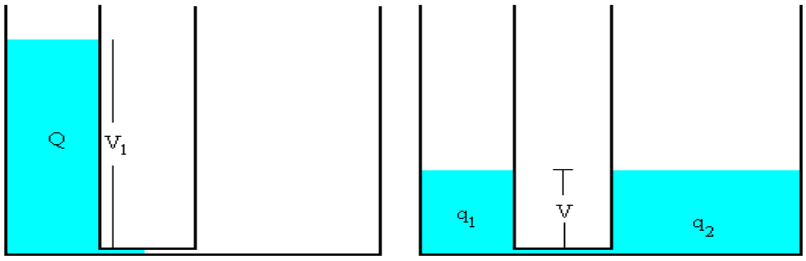
Condensadores en paralelo

El caso más importante sucede cuando se conectan las placas del mismo signo de dos condensadores de capacidades C_1 y C_2. Si inicialmente, el condensador C_1 se ha cargado con una carga *Q* y se conecta al condensador C_2 inicialmente descargado. Después de conectarlos, las cargas pasan de un condensador al otro hasta que se igualan los potenciales.



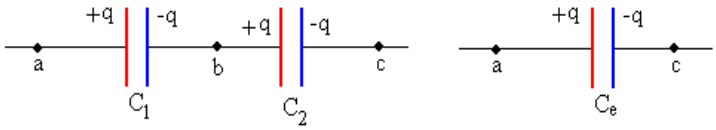
Las cargas finales de cada condensador q_1 y q_2, se obtienen a partir de las ecuaciones de la conservación de la carga y de la igualdad de potenciales de los condensadores después de la unión.

En la figura, se muestra la analogía hidráulica de un sistema formado por dos condensadores en paralelo.



Condensadores ideales en serie

Sean dos condensadores de capacidades C_1 y C_2 dispuestos en serie.



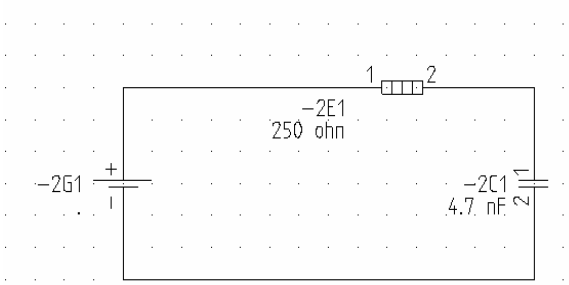
Los dos condensadores tienen la misma carga q. La diferencia de potencial entre a y c es

$V_{ac}=V_{ab}+V_{bc}=q/C_1+q/C_2=q(1/C_1+1/C_2)$

La agrupación de dos condensadores en serie es equivalente al de un condensador de capacidad C_e

Tiempo de carga del condensador

R = valor de la resistencia en ohn
C = Valor dl condensador en faradios

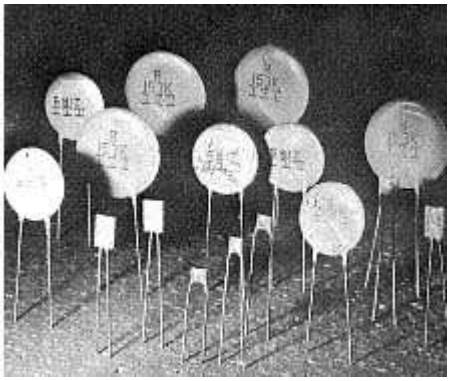


T = Taw =➔ R * C

TIPOS DE CONDENSADORES

Diferentes tipos de condensadores

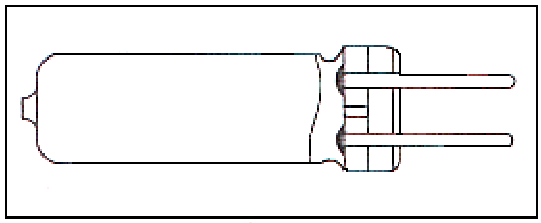
Condensador cerámico



Condensador constituido por un dieléctrico cerámico revestido en sus dos caras de capas metálicas, normalmente plata, que actúan como armaduras. Gracias a la alta constante dieléctrica de las cerámicas, se consiguen grandes capacidades con un volumen muy pequeño.

Condensador electrolítico

Condensador generalmente polarizado, que contiene dos electrodos, uno de ellos formado por un electrolito, que bajo la acción de una corriente eléctrica hace aparecer una capa de di electro por oxidación del ánodo. Existen dos bases oxidable principales; el aluminio y el tantalio dando origen a los de óxido de aluminio y los de óxido de tantalio.



Comportamiento del condensador electrolítico en corriente alterna.
El condensador en corriente alterna desfasa la corriente 90º respecto la tensión. Se comporta como un hilo conductor.

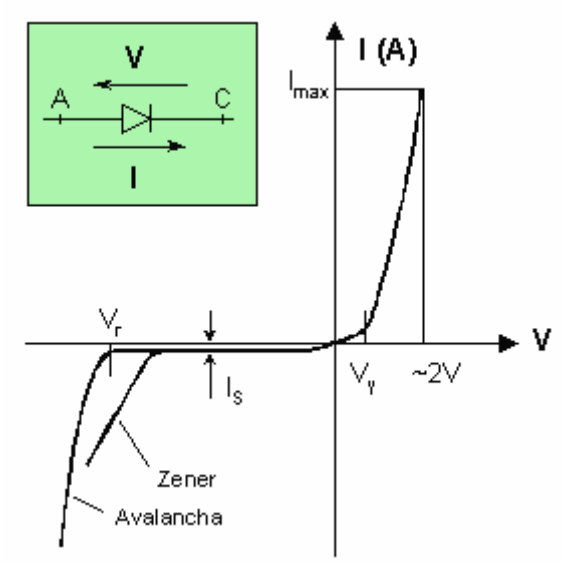
Comportamiento del condensador electrolítico en corriente continua.
Funcionan como lo explicado con anterioridad.

EL DIODO

Un diodo es un dispositivo que permite el paso de la corriente eléctrica en una única dirección. De forma simplificada, la curva característica de un diodo (I-V) consta de dos regiones, por debajo de cierta diferencia de potencial, se comporta como un circuito abierto (no conduce), y por encima de ella como un circuito cerrado con muy pequeña resistencia eléctrica..

Debido a este comportamiento, se les suele denominar rectificadores, ya que son dispositivos capaces de convertir una corriente alterna en continua.

CURVA CARACTERÍSTICA



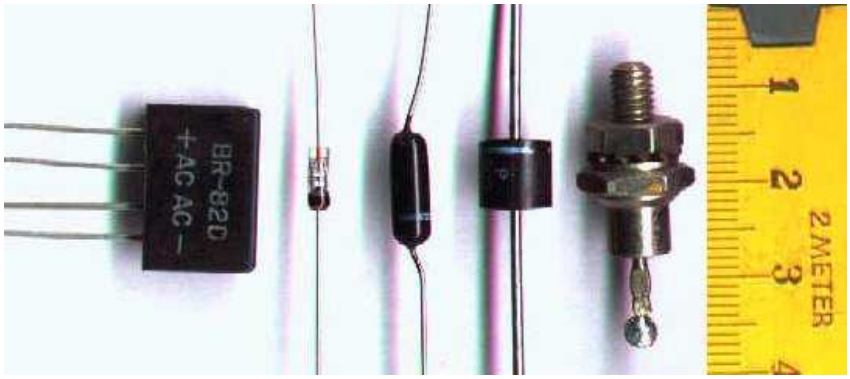
TIPOS DE DIODOS

Diodo Zener, Diodo avalancha, diodo LED, Diodo Varicap, Fotodiodo, Diodo túnel, Diodo láser.

APLICACIONES

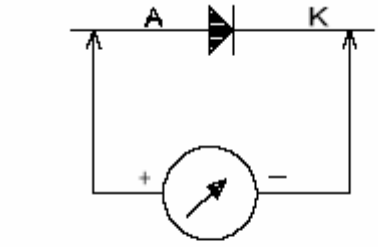
Rectificador de media y onda completa, Estabilizador Zener Recortador, multiplicador, circuito fijador.

ENCAPSULADOS



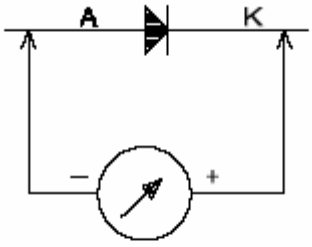
CHEKEO DE DIODO AVERIADO

Se pueden controlar tanto los de potencia como los de señal. Para los tipos de señal el cátodo (K) está indicado con una raya en proximidad a un terminal. Para los diodos de potencia, en general el cátodo (K) es el tornillo; diversamente, está impresa en la parte metálica la figura correspondiente.



OHM x 1

CONDUCE (R = 20-50OHM)



OHM x 1000

NON CONDUCE (R= INFINITA)

Si una sola de estas condiciones no se verifica , el diodo está dañado.

EL DIAC

− **VS = Tensión de disparo.**
− **VH** = Tensión de mantenimiento.
− **VR** = Tensión inversa.
− **V0** = Tensión de pico de los impulsos.
− **IH** = Corriente de mantenimiento.
− **IS** = Corriente en el momento del disparo.

• Diac (Diode Alternative Current): dispositivo *bidireccional* simétrico (sin polaridad) con dos electrodos principales, MT1 y MT2, y ninguno de control.
• Su estructura es la representada en la figura.
• En la curva característica tensión-corriente se observa que:

V(+ ó −) **<** VS =>el elemento se comporta como un *circuito abierto*.
V(+ ó −) **>** VS => el elemento se comporta como un *cortocircuito*.

• Se utilizan para disparar esencialmente a los triacs.

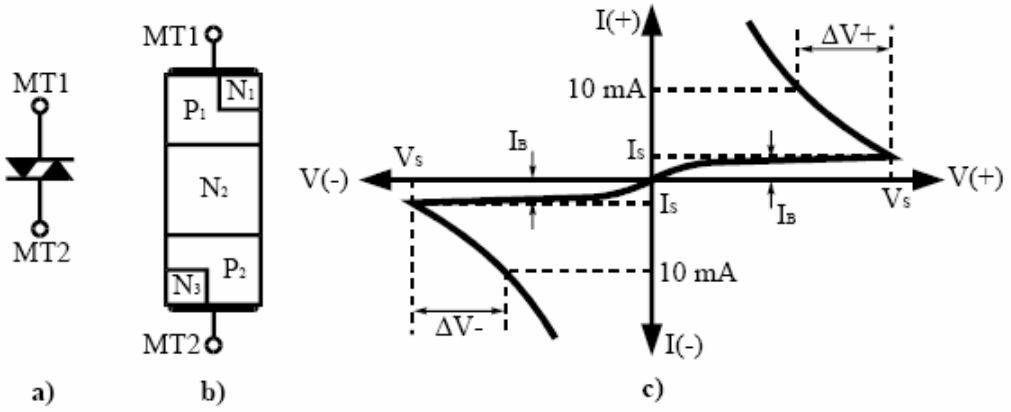


Fig.1.- a) Símbolo del diac b) Estructura c) Curva característica.

EL Varistor

O supresor de transientes, es un dispositivo semiconductor utilizado para absorber picos de alto voltaje desarrollados en las redes de alimentación eléctrica. Cuando aparece un transitorio, el varistor cambia su resistencia de un valor alto a otro valor muy bajo. El transitorio es absorbido por el varistor, protegiendo de esa manera los componentes sensibles del circuito. Los varistors se fabrican con un material no-homogéneo.(Carburo de silicio)

Amplia gama de voltajes - desde 14 V a 550 V (RMS). Esto permite una selección fácil del componente correcto para una aplicación específica.

Características;
Alta capacidad de absorción de energía respecto a las dimensiones del componente.

Tiempo de respuesta de menos de 20 ns, absorbiendo el transitorio en el instante que ocurre.

Bajo consumo (en stabd-by) - virtualmente nada.

Valores bajos de capacidad, lo que hace al varistor apropiado para la protección de circuitería en conmutación digital.

Alto grado de aislamiento.

Durante la aplicación de un impulso de corriente, una determinada energía será disipada por el varistor. La cantidad de la energía de disipación es una función de:

La amplitud de la corriente.

El voltaje correspondiente al pico de corriente.

La duración del impulso.

Con el fin de caracterizar la capacidad del varistor para resistir impulsos de corriente, se permite generalmente que garantice un máximo impulso de corriente no repetitiva'.

EJEMPLO DE LIMITACIÓN DE TRANSITORIOS DE TENSIÓN CON VARISTORES DE ZnO

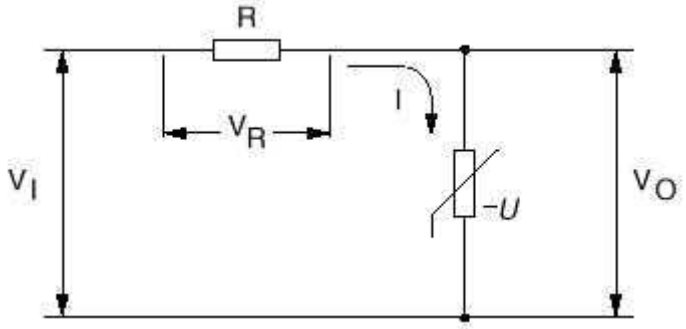
La relación entre la tensión y corriente en un varistor viene dada por:

$$V = C \times I^b$$

Donde:

- V es el voltaje
- C es el voltaje del varistor para una corriente de 1 A.
- I es la corriente actual que atraviesa el varistor.
- b es la tangente del ángulo que forma la curva con la horizontal. Este parámetro depende del material con que está fabricado el varistor; en el caso del ZnO su valor es ? = 0.035

En la Fig el voltaje de alimentación Vi es derivado por la resistencia R (p. ej. la resistencia de línea) y el varistor (-U) seleccionado para la aplicación.



$$V_I = V_R + V_O$$

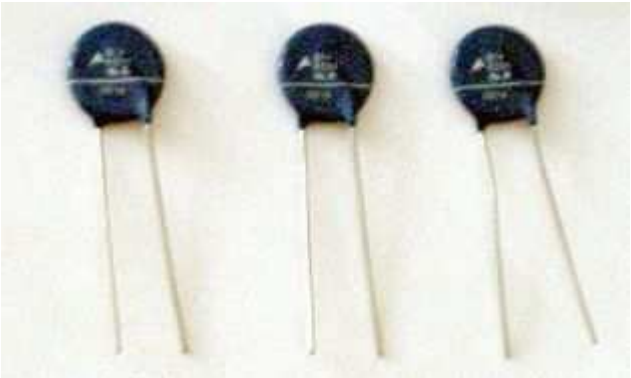
$$V_I = R \times I + C \times I^b$$

Si la tensión de alimentación varía una cantidad DV_I la variación de corriente será de DI y la tensión de alimentación podrá expresarse como:

$$(V_I + DV_I) = R \times (I + DI) + C \times (I+DI)^b$$

Dado el valor pequeño de b (0.03 a 0.05), es evidente que la modificación de C x I^b será muy pequeña comparada a la variación de R x I cuando V_I aumente a $V_I + DV_I$.
Un aumento grande de V_I conduce a un aumento grande de V_R y un aumento pequeño de V_O

Los varistores son unas resistencias variables por tensión. Es decir, hasta 250 V (en este caso) no dejarán pasar corriente alguna a su través, mientras que cuando se sobrepasen los 250 V se harán conductoras, dejando circular corriente entre sus terminales.



Varistores

Por tanto, si ponemos entre los cables de alimentación unos varistores, alimentaremos nuestro equipo normalmente, pero si la tensión se eleva de una forma peligrosa (superar los 250 V), se harán conductores y cortocircuitarán la fase con el neutro o la fase con la toma de tierra, de manera que **harán saltar las protecciones cortando la corriente**.

CHEKEO DE VARISTOR AVERIADO

Si disponemos de un polímetro, y ajustamos la medida a realizar en la escala de resistencias o continuidad si el varistor está en buen estado nos marcará una resistencia infinita.

Si el varistor está averiado, conducirá electricidad, el polímetro pitará y/o se pondrá el *display* o aguja a cero Ohmios

EL Transistor

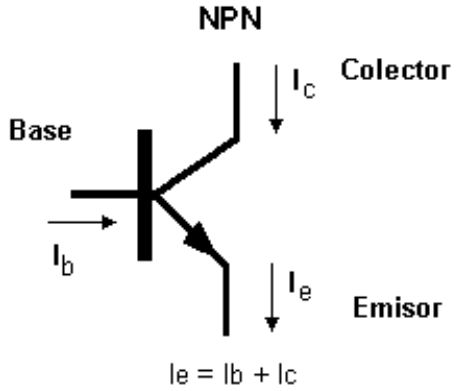
Antes de 1950 todo equipo electrónico utilizaba válvulas al vacío, que son bulbos con un brillo tenue, que predominaban en la industria. Actualmente, casi todo equipo electrónico utiliza dispositivos semiconductores.

Un transistor puede considerarse formado por dos diodos semiconductores con una zona común. En un transistor existen, por consiguiente, tres terminales. La zona común se denomina base y las dos zonas exteriores en contacto con la base son el emisor y el colector.
Para que el transistor funcione correctamente, la unión correspondiente al diodo emisor-base debe polarizarse en sentido directo, mientras que la unión correspondiente al colector-base ha de estar polarizada en sentido inverso.

Si se conecta únicamente el circuito emisor-base, con dolarización directa, se establece una circulación eléctrica desde el emisor a la base a través de la unión. Desconectando la alimentación en el circuito emisor-base y comunicando el conector-base con polarización en sentido inverso, la circulación será prácticamente ambas uniones emisor-base y colector-base, se establecerá una corriente entre el emisor y el colector. Dicha corriente esta determinada por la tensión positiva del emisor y la negativa del colector, siempre con relación a la base.

El análisis del transistor se realizará para una estructura NPN, y es análogo para el PNP.

Un transistor sin polarizar se comporta como dos diodos en contraposición, y no existen corrientes notables circulantes por él. Si se polariza, aparecen tres corrientes distintas, la corriente de base, IB, corriente de emisor, IE, y por último la corriente de colector, IC. En la figura siguiente están dibujadas estas corrientes según convenio, positivas hacia adentro

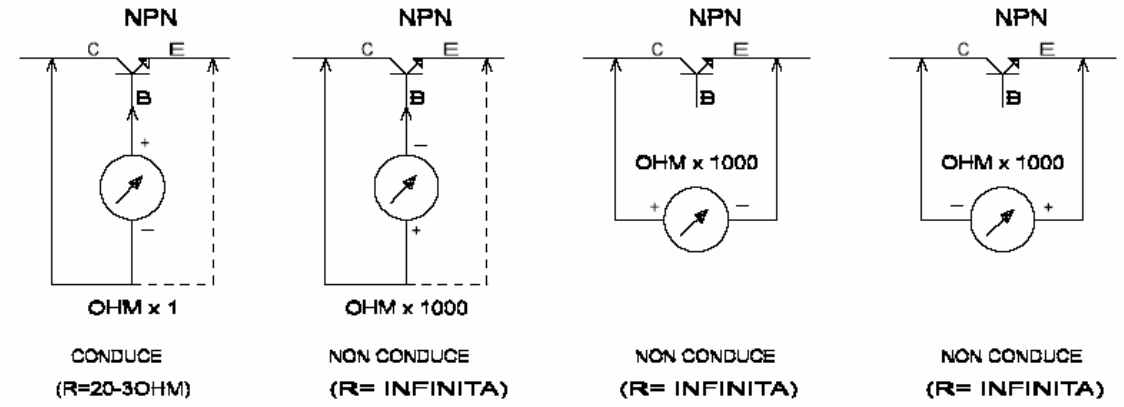


Corrientes en un transistor

De estas tres corrientes, la del emisor es la más grande, puesto que éste se comporta como fuente de electrones. La corriente de base es muy pequeña, no suele llegar al 1% de la corriente de colector.

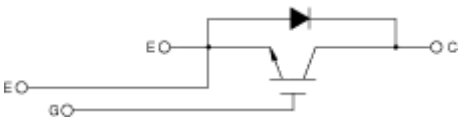
CHEKEO DE TRANSISTOR AVERIADO

NPN

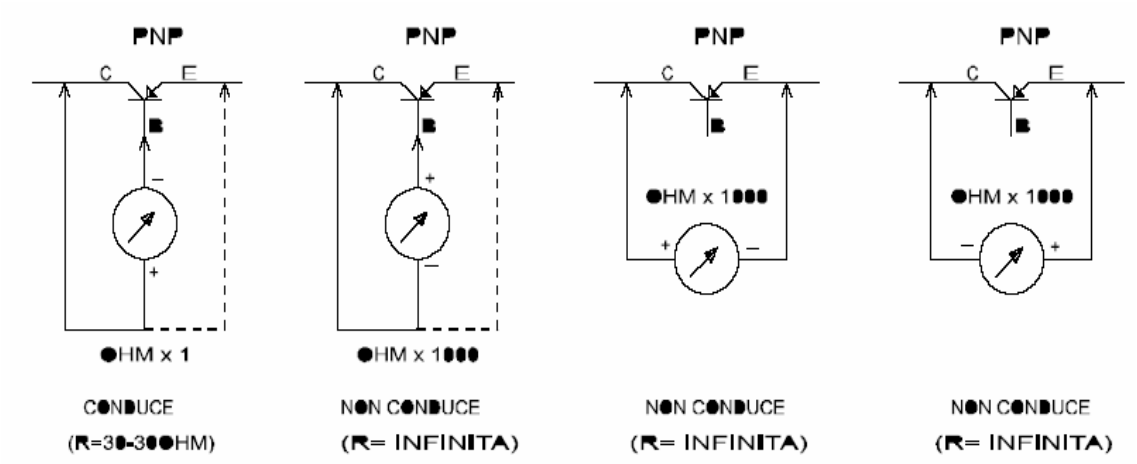


Si incluso una sola de estas condiciones no se verifica, el transistor está averiado.

Existen transistores de potencia que con el '+'en E y el '-'en C presentan una conducción de 20¸30W (diodo integrado inverso), es el llamado "IGBT" o "transistor de potencia".



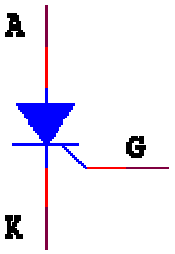
PNP



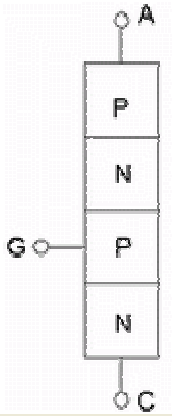
Si una sola de estas condiciones no se verifica, transistor está averiado.
El transistor de tipo Darlington (a elevada ganancia) NPN o PNP, presenta una conducción directa entre B y E, de valor aprox. doble (ej. 40W) respecto al que se presenta entre B y C (ej. 20W).

El tiristor

Es un dispositivo electrónico que tiene dos estados de funcionamiento: conducción y bloqueo. Posee tres terminales: Anodo (A), Cátodo(K) y puerta (G).



Símbolo del tiristor



Estructura interna del tiristor

La conducción entre ánodo y cátodo es controlada por el terminal de puerta. Se dice que es un dispositivo unidireccional, debido a que el sentido de la corriente es único.

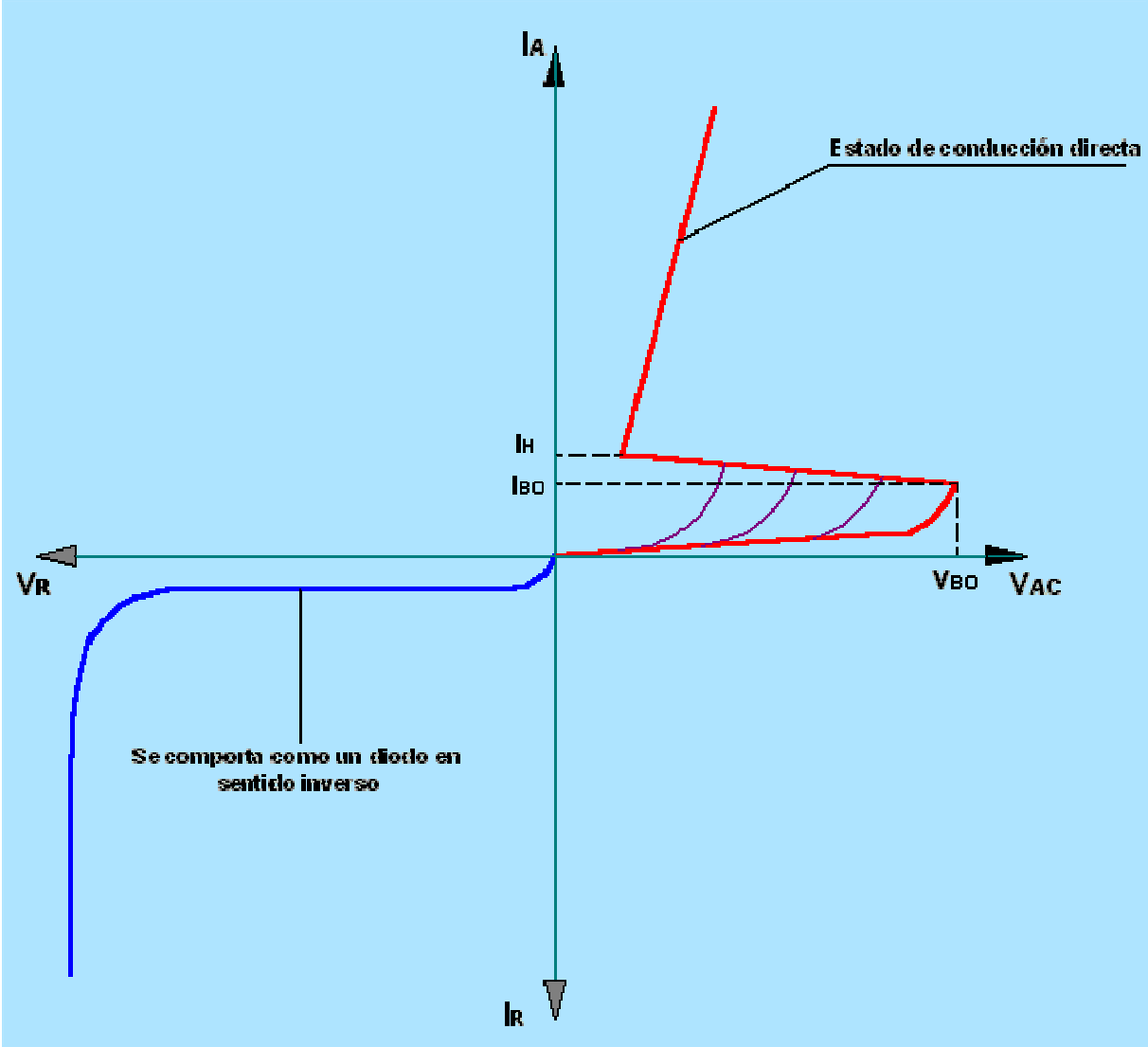
CURVA CARACTERÍSTICA

La interpretación directa de la curva característica del tiristor nos dice lo siguiente: cuando la tensión entre ánodo y cátodo es cero la intensidad de ánodo también lo es.
Hasta que no se alcance la tensión de bloqueo (V_{BO}) el tiristor no se dispara.
Cuando se alcanza dicha tensión, se percibe un aumento de la intensidad en el ánodo (I_A), disminuye la tensión entre ánodo y cátodo, comportándose así como un diodo polarizado directamente.

Si se quiere disparar el tiristor antes de llegar a la tensión de bloqueo será necesario aumentar la intensidad de puerta (I_{G1}, I_{G2}, I_{G3}, I_{G4}...), ya que de esta forma se modifica la tensión de cebado de este.

Este seria el funcionamiento del tiristor cuando se polariza directamente, esto solo ocurre en el primer cuadrante de la curva.

Cuando se polariza inversamente se observa una débil corriente inversa (de fuga) hasta que alcanza el punto de tensión inversa máxima que provoca la destrucción del mismo.

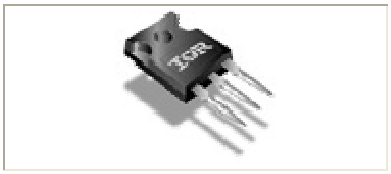
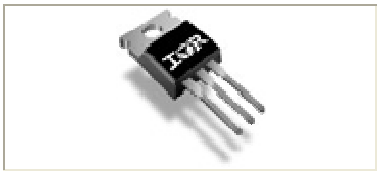


APLICACIONES

En amplificación se utiliza en las etapas de potencia en clase D cuando trabaja en conmutación. También se utilizan como relés estáticos, rectificadores controlados, inversores y onduladores, interruptores....

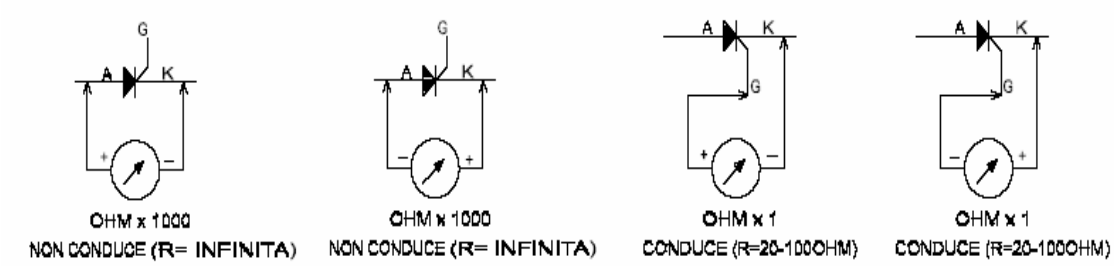
ENCAPSULADOS

Como en cualquier tipo de semiconductor su apariencia externa se debe a la potencia que será capaz de disipar. En el caso de los tiristores los encapsulados que se utilizan en su fabricación es diverso, aquí aparecen los más importantes.

T0 200AB	**TO 200AC**	**d2pak**
		
TO 209AE (TO 118)	**TO 208AD (TO 83)**	**TO 247AC**
		
TO 220AB	**TO 208AC (TO 65)**	**TO 209 AB (TO 93)**

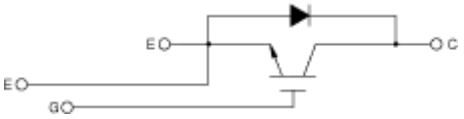
CHEKEO DE TIRISTOR AVERIADO

El ánodo es la parte metálica (tornillo) el cátodo (K) es el terminal central, el gate (G) es el terminal lateral (pequeño).



Si incluso una sola de estas condiciones no se ha verificado, el tiristor está averiado.
En general un tiristor averiado presenta un corto-circuito entre A-K o bien una dispersión, mientras entre G-K puede interrumpirse (R=¥) o bien con una resistencia muy alta.
La resistencia que se presenta entre G-K (sentido directo) con el '+' en G y el '-' en K en general es ligeramente inferior a la inversa ('+'en K y '-' en G)

EL IGBT “Transistor de potencia”



Como el IGBT es una combinación de una estructura MOS y una bipolar, su análisis difiere de otros dispositivos de potencia. Para poder comprender su operación es necesario el conocimiento de la física de un transistor MOSFET de potencia y del transistor bipolar de potencia.

Capacidad de bloqueo

El IGBT no entra en conducción cuando una tensión negativa es aplicada entre el colector y el emisor, a pesar de tenerse una tensión positiva entre gate-emisor por encima del valor limite.

Conducción directa

Para operar el IGBT en modo de conducción directa (“Forward Conduction”), es necesario aplicar simultáneamente tensiones positivas entre gate-emisor y colector-emisor. La tensión gate-emisor debe ser positiva y estar por encima de la tensión de limite.

Capacidad de bloqueo directo

El bloqueo del IGBT, cuando esta en conducción puede lograrse al cortocircuitar los terminales gate y emisor, es decir, una tensión nula gate-emisor implica el bloqueo del componente.

Una característica importante del componente IGBT es su capacidad de bloquearse aplicándole una tensión gate-emisor con un valor inferior al limite, ya que la corriente fluye por el canal MOS la cual controla la característica de salida del dispositivo. En la practica para realizar la conmutación (de conducción a bloqueo) el gate que inicialmente estaba sometido a una tensión, estará ligado a un circuito externo permitiendo así la descarga de la capacitancia de entrada, Cuando los terminales gate-emisor son cortocircuitados, se utiliza para esto una resistencia muy baja, de esta manera la tensión cae abruptamente anulándose. Como consecuencia de lo anterior la corriente de colector también decrecerá abruptamente hasta un cierto valor, finalmente de esta manera la corriente del canal MOS se reduce a cero debido a los electrones.
La caída abrupta de corriente del colector causa derivadas de corriente de colector muy elevadas o, debido a las inductancias parásitas, se provocan elevadas tensiones sobre el interruptor, muchas veces provocando su destrucción. Esta caída abrupta puede ser alterada controlando la tensión entre gate-emisor durante el bloqueo. También es posible percibir un decrecimiento de corriente residual como incremento del valor de resistencia entre gate-emisor RGF.

En el IGBT es posible observar la formación de un tiristor parásito, la entrada en conducción de este tiristor provoca la pérdida de control de corriente de colector a través del gate del dispositivo, este fenómeno se denomina “Latch-Up”. El tiristor entra en conducción cuando el transistor bipolar NPN es polarizado, lo que es altamente indeseable pues causa la destrucción del dispositivo IGBT por exceso de temperatura. Si se diera el fenómeno “Latch-Up” es imposible realizar una protección activa del gate. Solamente una reducción de tensión de colector-emisor o la inversión de la polaridad –ambas difíciles de realizar en la practica- podrían salvar al componente de la destrucción.
El fenómeno “Latch-Up” puede ocurrir durante los modos de operación estático y dinámico.
El “Latch-Up” estático ocurre por exceso de corriente de colector durante el estado de conducción. El fenómeno puede ocurrir también en situaciones de corriente de cortocircuito.
El “Latch-Up” dinámico ocurre durante la conmutación, por la presencia de derivadas de corriente o tensión. Este fenómeno puede ocurrir a bajas densidades de corriente. Es

importante señalar que existe menor peligro de “Latch-Up” dinámico cuando se ha incrementado el valor de la resistencia entre gate-emisor, lo que propicia una descarga lenta de la capacitancia de entrada. En ambos casos aumenta el peligro de “Latch-Up” con el aumento de temperatura.

La curva característica de salida es un gráfico que representa la relación entre corriente de colector (IC) y la tensión de colector-emisor VCE, tomando como parámetros la tensión gate-emisor VGE. En la practica estas curvas son bastantes útiles pues proporcionan al proyectista información del comportamiento de corriente de colector y tensión colector-emisor. Como interruptor de potencia, el IGBT debe operar en la región de saturación para presentar una baja caída de tensión en conducción directa VCESat. Esto se debe a las pedidas de conducción, que son proporcionales a la tensión colector-emisor VCE. Para poder operar en esta región, la tensión gate-emisor VCE debe ser mayor que 10V.

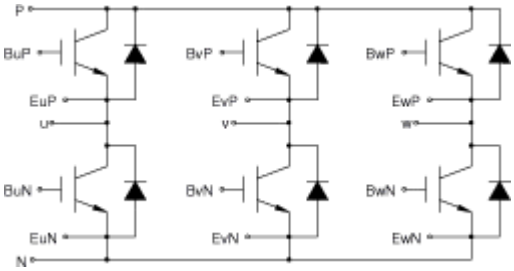
Se dice que el IGBT tiene un coeficiente positivo de VCESat cuando para un incremento de temperatura de juntura de 25℃ hasta su temperatura máxima 125℃ ocurre un incremento de tensión de saturación. Existen también, tecnologías de fabricantes que solo presentan coeficiente de temperatura positiva.

La tensión limite (“Threshold Voltaje”) es la mínima tensión gate-emisor positiva suficiente para iniciar la conducción de corriente de colector del IGBT. Cuando la tensión gate-emisor se incrementa desde cero, en cuanto la misma no supera el valor de limite, la corriente de colector no crece. Las tensiones de limite en los dispositivos IGBT están dentro de los 2V hasta 5V.

El IGBT no posee diodos inversos intrínsecos como acontece con el MOSFET de potencia, ellos son ligados externamente a la pastilla, y posteriormente cubiertos con una misma resina térmica. Los diodos son formados de “chips” discretos con propiedades optimizadas, ligados en antiparalelo con los IGBT’s.

ESQUEMA

El esquema de configuración básico de un modulo de 6 IGBT es el que sigue “también denominado como ***power plate***”;



CHEKEO DE IGBT AVERIADO

El chekeo sería similar al del transistor, pero teniendo en cuenta el diodo intercalado entre colector y emisor.

ENCAPSULADOS

ENCODERS

Existen dos tipos de codificadores ópticos rotativos:
l codificadores incrementales (llamados igualmente generadores de impulsos),
l codificadores absolutos de vuelta simple y multivuelta.

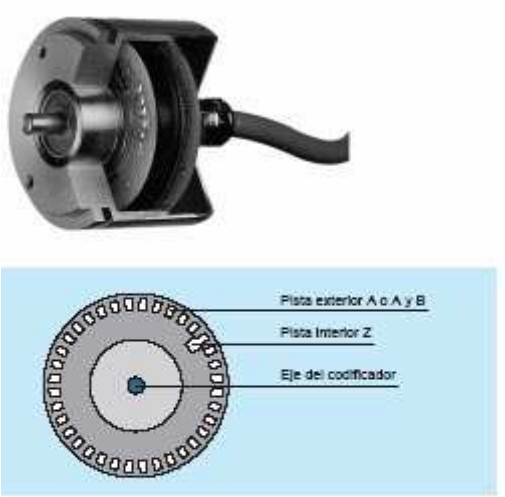
Codificadores incrementales
Los codificadores incrementales se utilizan en aplicaciones de posicionamiento y de control de desplazamiento de un móvil por contaje/descontaje de impulsos. El disco de un codificador incremental incluye dos tipos de pistas.

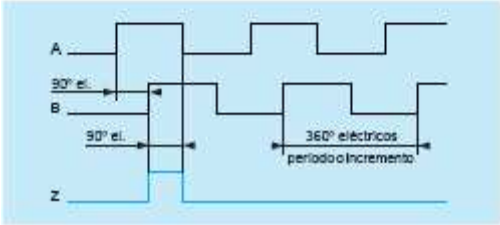
Codificadores absolutos
Los codificadores absolutos se utilizan en aplicaciones de control de desplazamiento y posicionamiento de un móvil por codificación. Dependiendo del modelo, el disco de un codificador absoluto consta de hasta 17 pistas concéntricas divididas en segmentos iguales alternativamente opacos y transparentes. Cada pista dispone de un par emisor/receptor. La resolución de este tipo de codificadores es igual a 2 a la potencia N:
– N = número de pistas
– Resolución = 131.072 en los modelos de 17 pistas
Un codificador absoluto suministra permanentemente un código que corresponde a la posición real del móvil que controla. Por tanto, ofrece dos ventajas sobre el codificador incremental:
– insensibilidad a los cortes de la red

Desde la primera puesta en tensión, o desde la vuelta de la tensión posterior a un corte, el codificador suministra la posición real del móvil; por tanto, una información directamente utilizable por el sistema de tratamiento. En la misma situación, sería necesario reinicializar un codificador incremental antes de su arranque, lo que puede ser problemático en ciertas aplicaciones.
– insensibilidad a los parásitos de la línea

Un parásito puede modificar provisionalmente el código suministrado por un codificador absoluto. No obstante, el código se corrige automáticamente en el momento de la desaparición del parásito.

ENCAPSULADOS



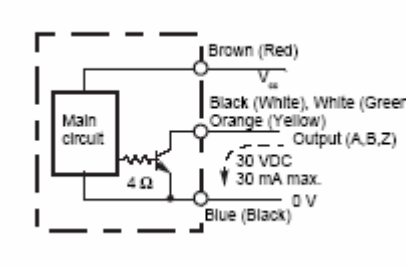


PASO DE NPN A PNP

Colector abierto = salida NPN a PNP

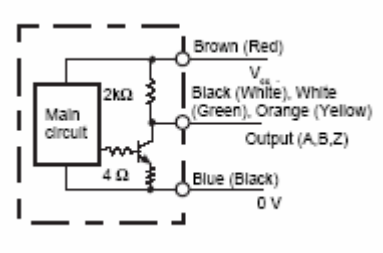
Tipo colector abierto, salidas A B Z negativas

NPN



Tipo PNP salidas A B Z positivas

Al hacer el añadido de la resistencia de 2k en colector, nos cambia la lógica de interruptor eléctrico.



Filtrado de señales eléctricas

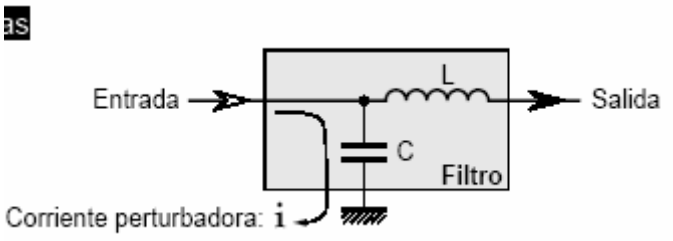
La función de los filtros es dejar pasar las señales útiles y eliminar la parte no deseada de las señales transmitidas.

Tipos de filtrado:
- filtros de modo diferencial
- filtros de modo común
- filtros completos que garantizan el filtrado de modo común y diferencial.

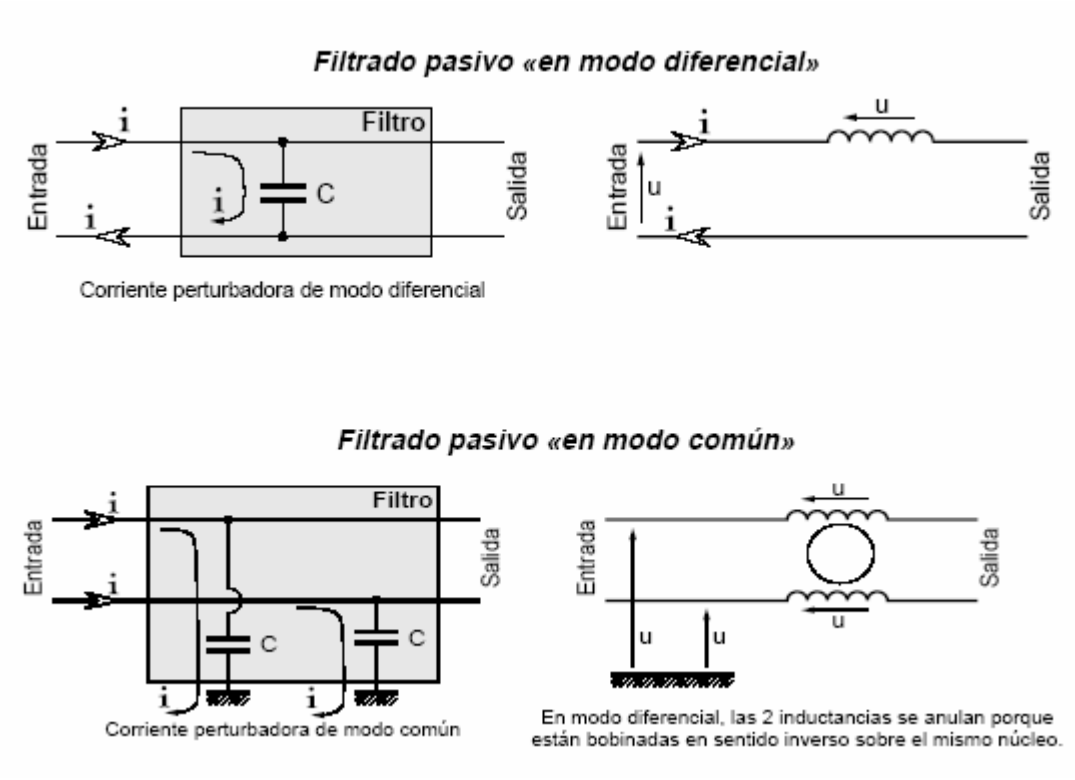
Tecnología:
- filtros pasivos
- compensadores activos

Principio del filtrado pasivo = desadaptación de impedancia

- servir de barrera contra las perturbaciones: inductancia en serie (Z = L⌉)
- canalizar las perturbaciones: capacidad en paralelo Z = 1
C⌉
- combinar ambas



- disipar la energía de las perturbaciones: ferritas



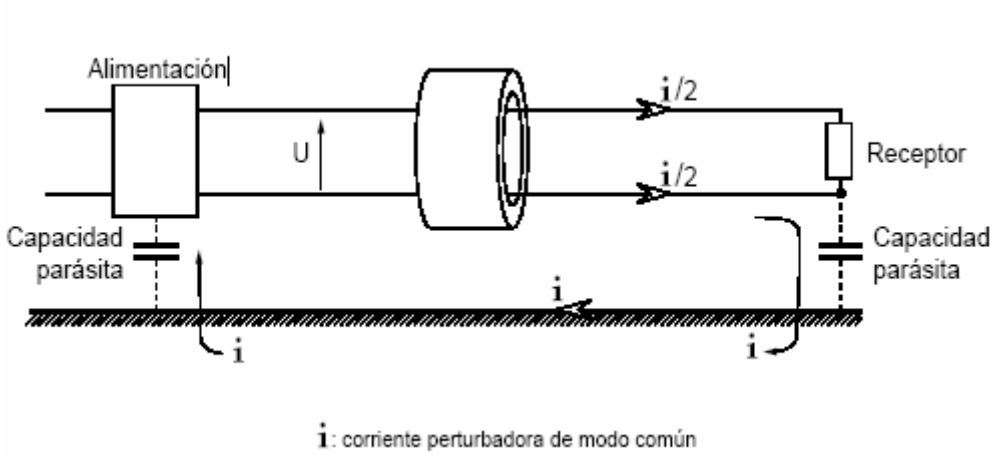
Principio del compensador activo

- solamente se utiliza para filtrar corrientes armónicas,

- genera una señal complementaria de la señal perturbadora para volver a construir una señal sinusoidal.

FERRITAS

Son filtros de modo común para alta frecuencia «AF».
Las ferritas están formadas por materiales de permeabilidad magnética «∝r» muy elevada.



La ferrita utiliza dos principios:
- inductancia en modo común (ver el apartado relativo a filtros)
- absorción de las perturbaciones «AF» de modo común por calentamiento inducido.

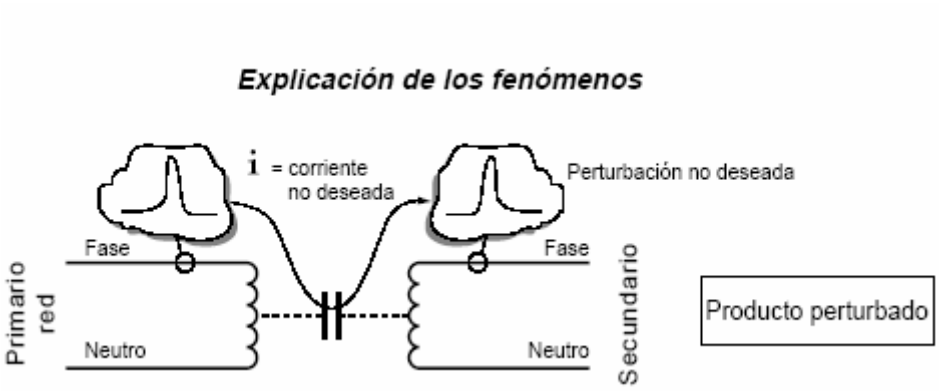
Estos dos principios generan una impedancia de modo común cuya eficacia depende de su relación con la impedancia del circuito por proteger.

Desacoplamiento de las perturbaciones

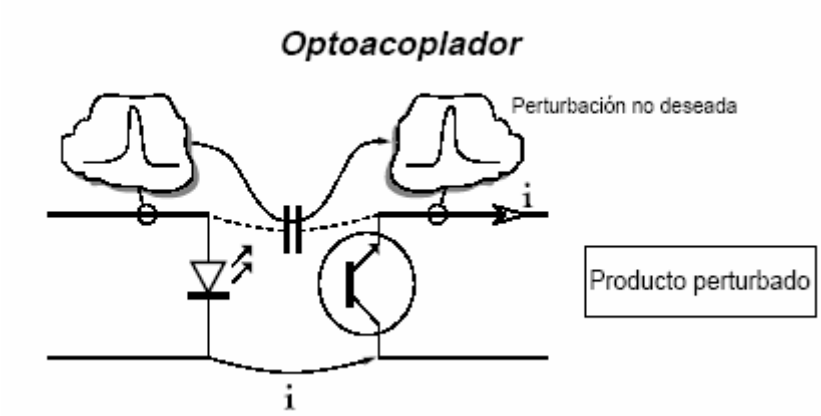
Transformadores de aislamiento

Transformador	Representación	Aislamiento	
		BF	AF
Normal	Primario / Secundario	OK	Ineficaz
Pantalla simple	Primario / Secundario	OK	Medio
Pantalla doble	Primario / Pantalla de modo común / TN-S / Neutro / PE	OK	Bueno

El transformador
Permite cambiar de régimen de neutro en cualquier punto de la instalación.
Garantiza un buen aislamiento galvánico, pero solamente en baja frecuencia «BF».
Para garantizar un aislamiento galvánico adecuado en alta frecuencia «AF», será necesario utilizar
un transformador de pantalla doble.
Bloquea y conduce las corrientes de modo común hacia las masas.
Permite abrir los bucles de masa.

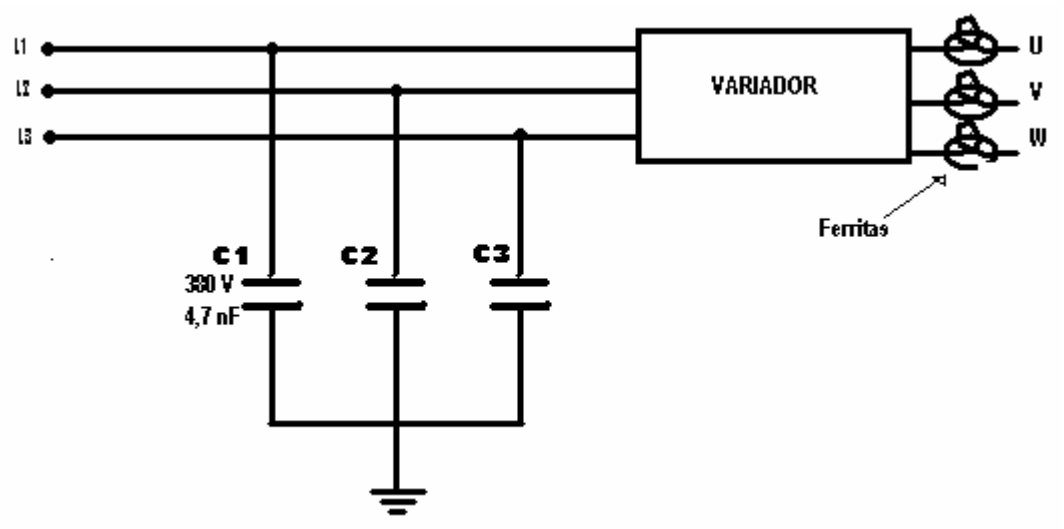


En corriente continua o baja frecuencia «BF» (50 Hz...)
La resistencia de aislamiento primario/secundario es ε 10 MHz&.
La capacidad parásita es despreciable.
En alta frecuencia «AF»
La resistencia de aislamiento primario/secundario queda puenteada por la capacidad parásita formada por los
devanados primarios y secundarios.
La capacidad parásita es 50 pF en los transformadores pequeños y > 1 nF en los grandes > 500 VA.
1 nF representa una impedancia de 100 & a una frecuencia de 2 MHz.
Consecuencias
Las perturbaciones de la red de alimentación, tales como los transitorios rápidos, procedentes por ejemplo de
sobretensiones de maniobra, pueden transferirse al secundario del transformador y perturbar los productos
conectados a éste.



Los fenómenos que se producen en el caso del transformador se repiten con el optoacoplador, aunque su
impedancia en baja frecuencia «BF» y su comportamiento en alta frecuencia «AF» suelen ser mejores que los
del transformador.

Filtro RFI casero

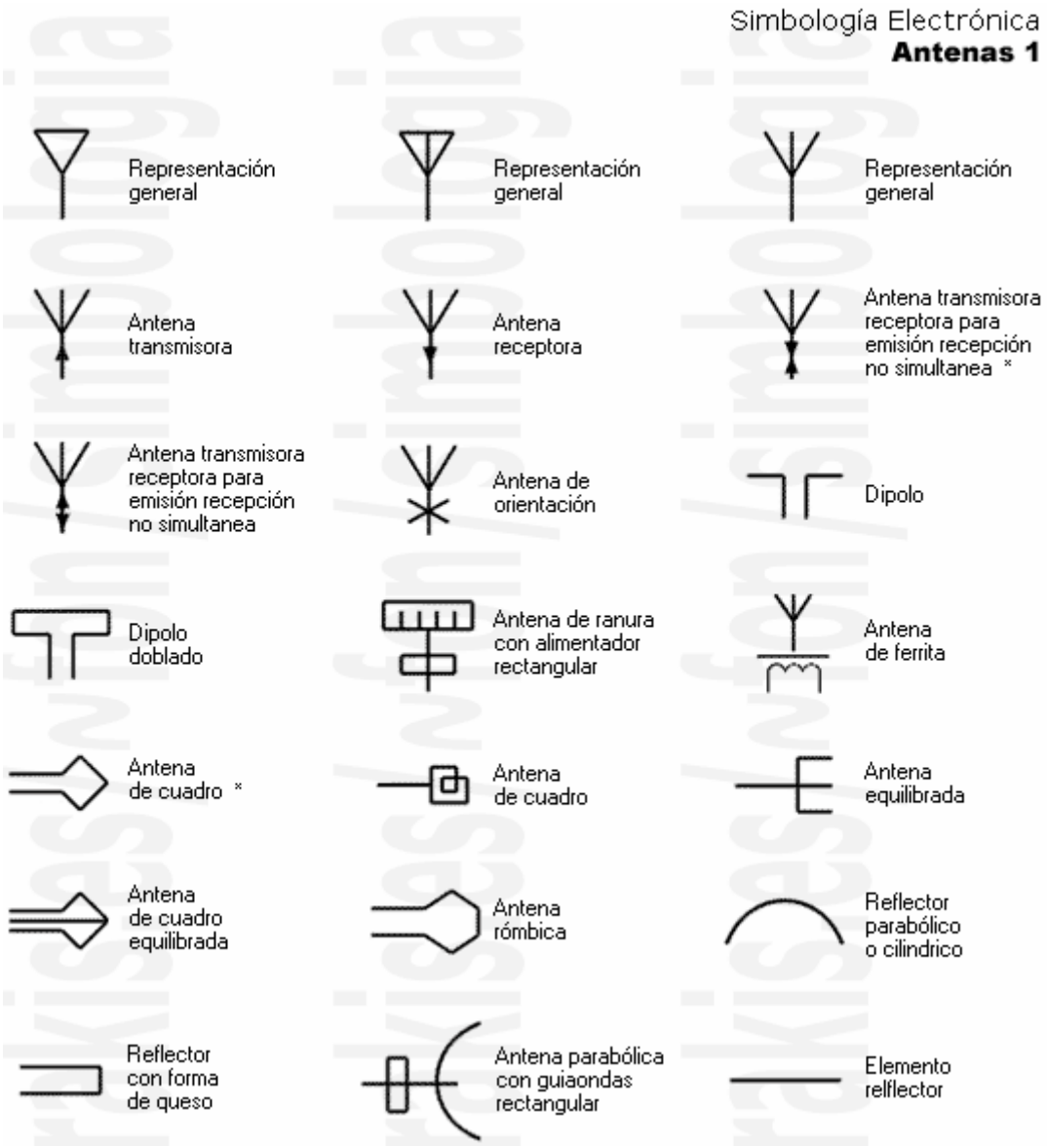


Los cables de salida del motor (no los cables de tierra ni las mallas) se pasan por las ferritas, lo mas cerca posible del variador, pasándose dos veces por el centro de la ferrita. Conectar el conductor de tierra y la malla a tierra, tanto en el variador como en el motor.

Los condensadores físicamente pueden ser los típicos que suelen llevar los motores monofásicos de las lavadoras, bombas de piscina etc, pero que permitan una tensión de 380 o superior.

Este montaje canaliza a tierra las perturbaciones conducidas que pueda enviar el variador a la red eléctrica.

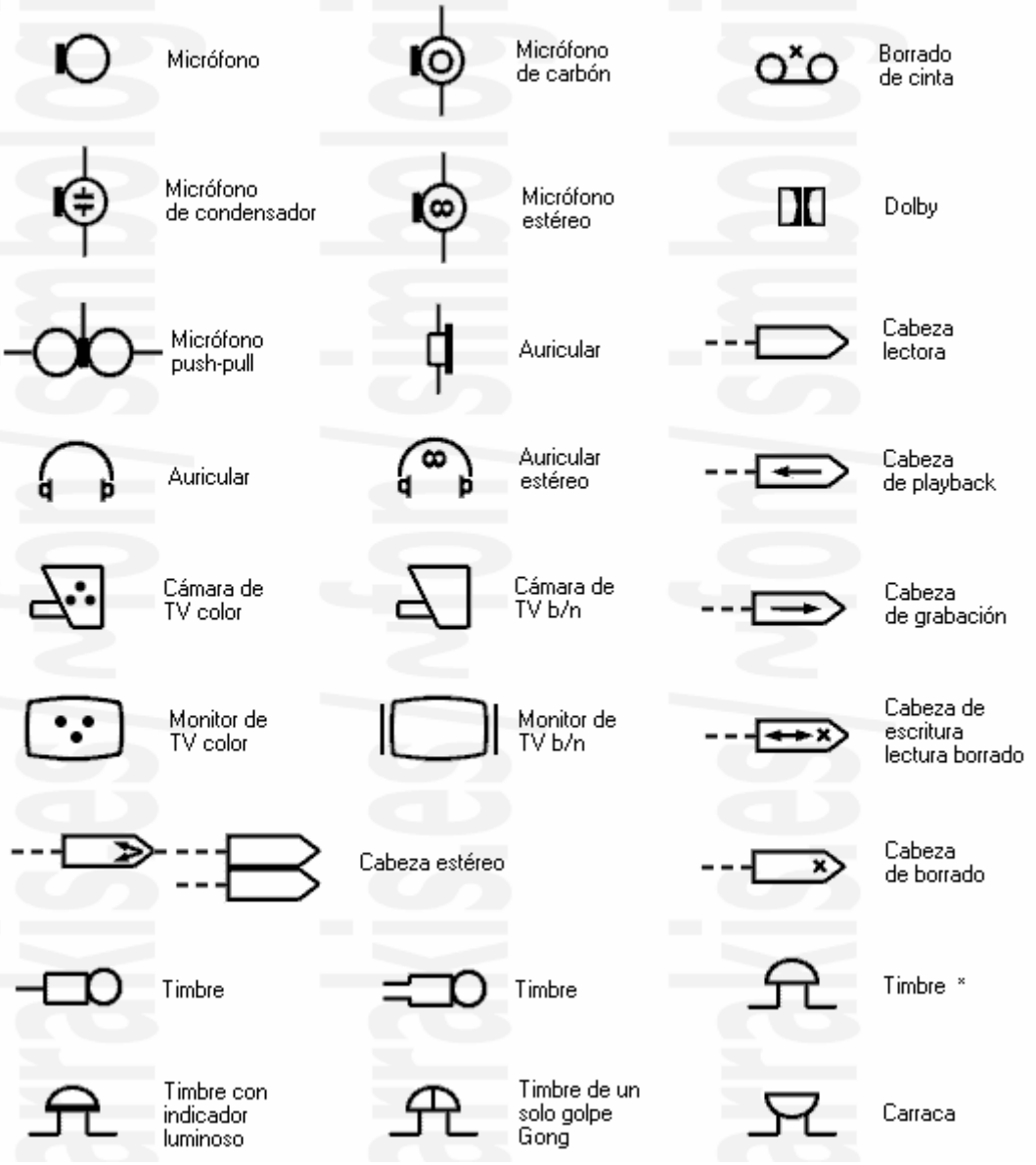
SIMBOLOGIA ELECTRÓNICA



Simbología Electrónica
Audio & Vídeo 1

Play	Abrir / Cerrar	Parada / Stop
Avanze rápido Izq.	Avanze rápido Drch.	Grabación
Avanze rápido Izq.	Avanze rápido Drch.	Pausa
Control de altos	Control de bajos	Control de volumen
Control de contraste	Control de saturación de color	Grabador de cinta
Cápsula fonocaptora *	Capsula fonocaptora	Grabación de cinta
Cápsula piezoeléctrica	Cápsula estéreo	Lector de cinta
Cabeza magnética	Cápsula dinámica	Grabador estéreo de cinta
Cabeza de lectura y escritura	Altavoz	Grabador de cintas de vídeo b/n

Simbología Electrónica
Audio & Vídeo 2



Simbología Electrónica

Bobinas

Bobina *

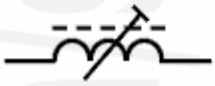
Bobina

Bobina
núcleo Fe-Si

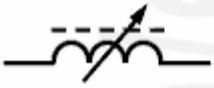
Bobina
blindada

Bobina con núcleo
de ferroxcube

Bobina con toma
de corriente



Bobina
ajustable

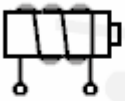


Bobina
variable

Inductancia

Polaridad
de bobinado

Bobina
electroimán



Bobina
electroimán

Bobina de núcleo
saturable

Bobina con
tomas fijas

Bobina
de deflexión

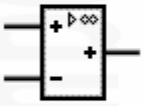
Bobina
de choque

Simbología Electrónica

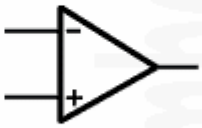
Circuitos, bloques, etapas ...

IC
Circuito integrado
Símbolo genérico

Amplificador
Símbolo general

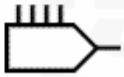


Amplificador
operacional



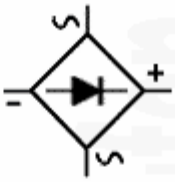
Amplificador
operacional

Regulador
de voltage



DAC
Convertidor
analógico / digital

Puente
rectificador



Puente
rectificador

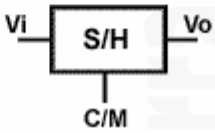
Arrancador

Amplificador
Norton

Amplificador de
alta frecuencia

Amplificador de
baja frecuencia

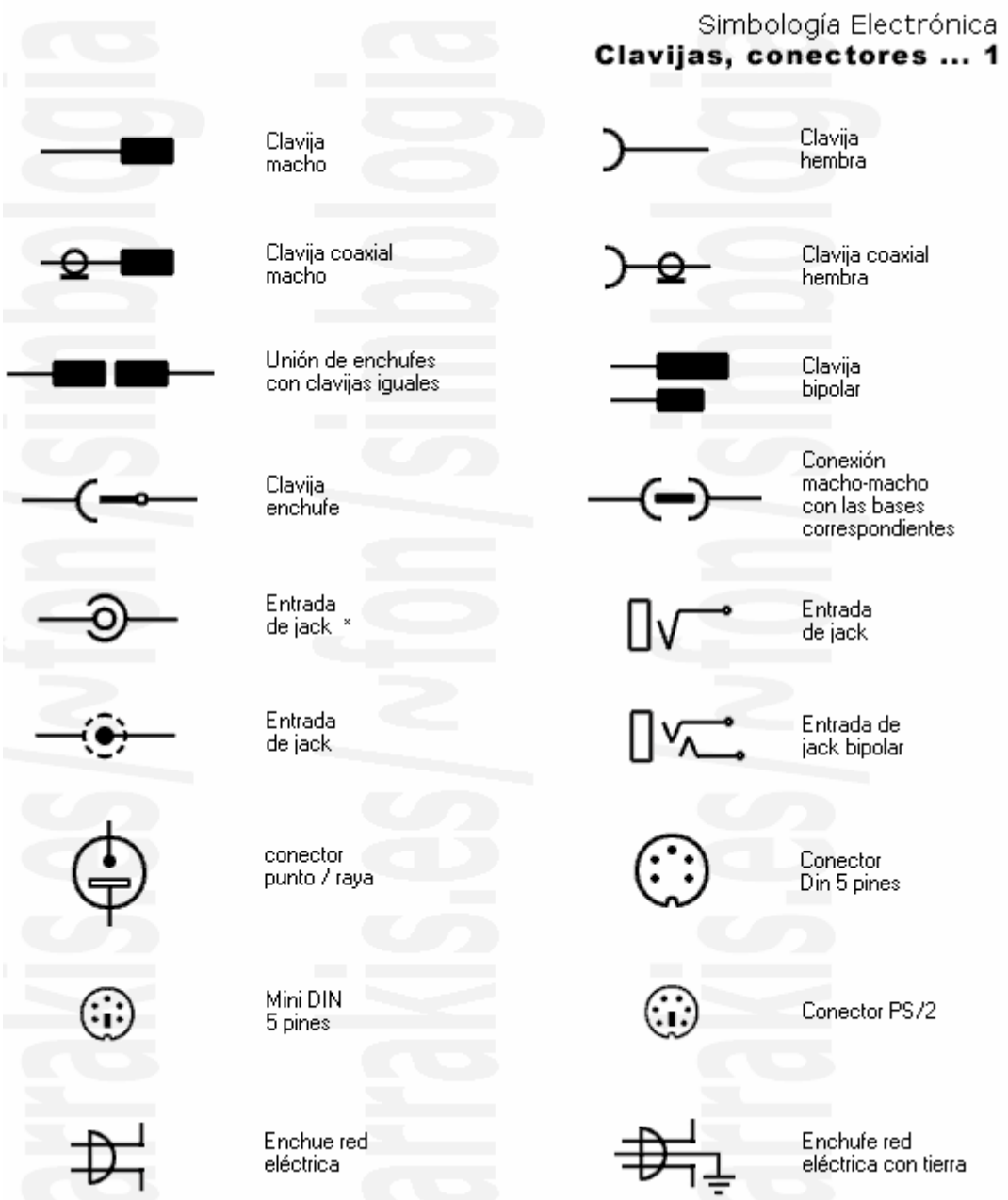
Amplificador de
frecuencia intermedia



Circuioto de captura
y mantenimiento

Simbología Electrónica

Clavijas, conectores ... 1

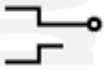


Simbología Electrónica

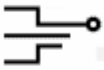
Clavijas, conectores ... 2

Clavija de jack

Entrada de Jack



Enchufe / jack
2 contactos



Enchufe / jack
3 contactos

Conector macho
sin polaridad

Conector macho
polarizado

Conector hembra
sin polarizar

Conector hembra
sin polarizar

Conector hembra
polarizado

Conector hembra
polarizado

Conector hembra con tres
conductores polarizado

Conector macho con
tres conductores
polarizado

Simbología Electrónica

Condensadores

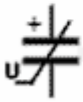
Condensador no polarizado *

Condensador no polaizado

Condensador variable

Condensador ajustable

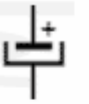
Condensador polarizado sensible a la temperatura



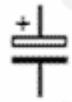
Condensador polarizado sensible a la tensión

Condensador pasante

Condensador de estátor divididio



Condensador electrolíticio *



Condensador electrolítico

Condensador electrolítico

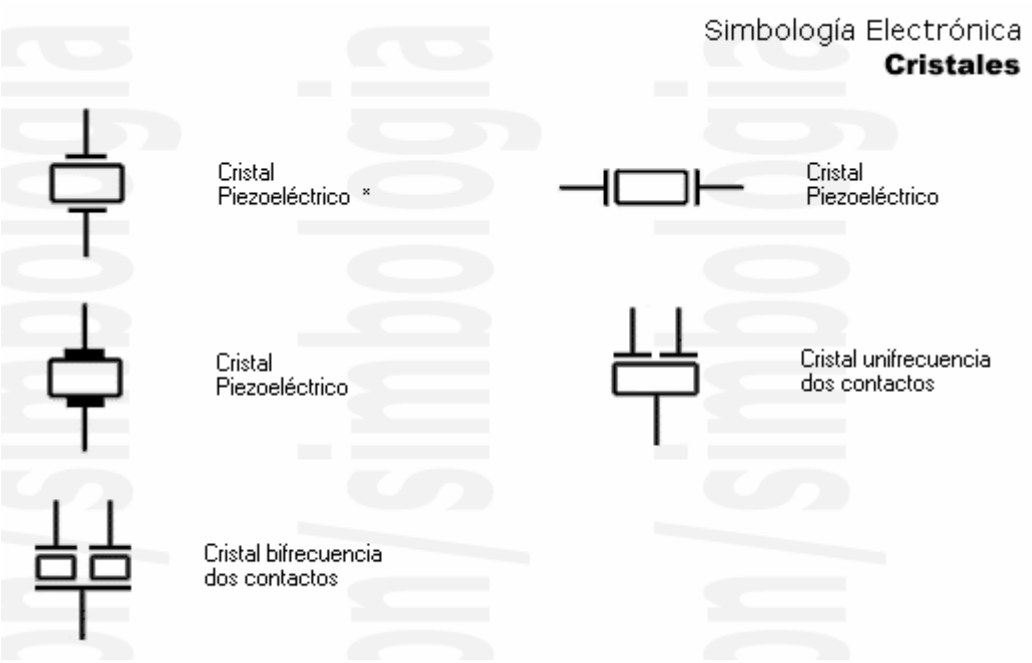
Condensador electrolítico múltiple

Condensador con armadura a masa

Condensador diferencial

Condensador con resistencia intrínsica en serie

Condensador con caracterización de la capa exterior


Simbología Electrónica
Cristales
Cristal
Piezoeléctrico *
Cristal
Piezoeléctrico
Cristal
Piezoeléctrico
Cristal unifrecuencia
dos contactos
Cristal bifrecuencia
dos contactos

Simbología Electrónica
Electrónica digital 1

Puertas

Puerta AND

Puerta NAND

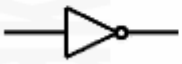
Puerta OR

Puerta NOR

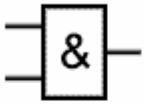
Puerta O exclusiva

Puerta Y exclusiva

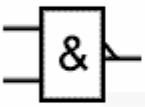
Realiza funciones de AND y NAND (Hay versión OR-NOR)


Inversor

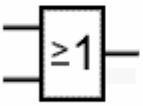
Diferencial



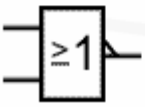
Puerta AND



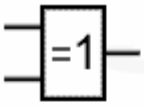
Puerta NAND



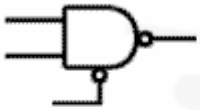
Puerta OR

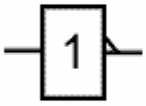


Puerta NOR



Puerta O exclusiva


Puerta triestado



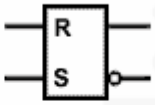
Inversor

Inversor schmitt

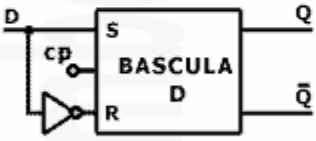
Buffer

Básculas, flip-flop

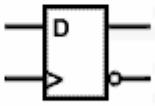
Báscula R-S



Báscula R-S

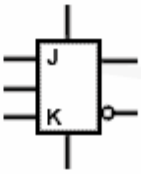


Báscula D

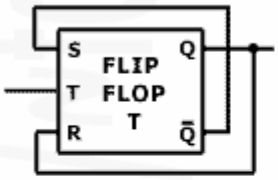


Báscula D

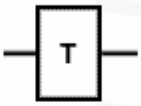
Báscula J-K



Báscula J-K



Flip flop T



Flip flop T

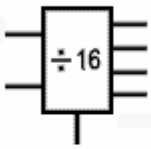
Displays

Display 7 segmentos

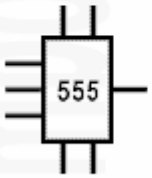
Display 16 segmentos (alfanumérico)

Circuitos digitales

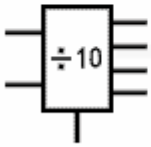
IC
Circuito integrado
Símbolo genérico



Contador binario
4 bit

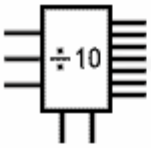


Cronomedidor
- 555 -



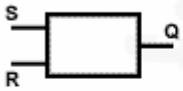
Contador decádico
decimal codificado
binario (BCD)

Decimal codificado
binario BCD a un
descodificador de
7 segmentos

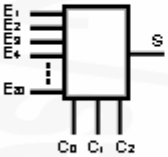


Contador decádico
con 10 salidas
codifiadas

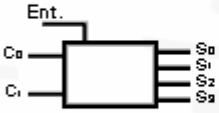
DAC
Convertidor
analógico / digital



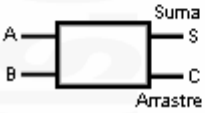
Memoria
Símbolo básico



Multiplexor



Decodificador
1 a 4



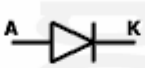
Semisumador

Sumador

Simbología Electrónica

Diodos

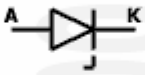
Diodo rectificador *



Diodo rectificador

Diodo rectificador

Diodo zener *



Diodo zener

Diodo zener

Diodo zener

Diodo zener

Diodo varicap *

Diodo varicap

Diodo varicap

Diodo Gunn Impatt

Diodo supresor de tensión *

Diodo supresor de tensión

Didod de corriente constante

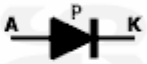
Diodo de recuperación instantánea Snap

Diodo túnel *

Diodo túnel

Diodo rectificador túnel

Diodo Schottky



Diodo Pin *

Diodo Pin

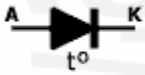
Fotodiodo

Diodo LED

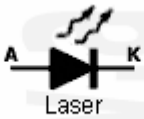
Fotodiodo bidireccional NPN

Fotodiodo de dos segmentos cátodo común PNP

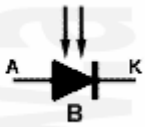
Fotodiodo de dos segmentos cátodo común PNP



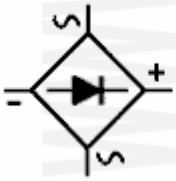
Diodo sensible a la temperatura



Diodo LED generador de laser semiconductor



Diodo magnético



Puente rectificador

Puente rectificador

Simbología Electrónica

Fusibles ...

Fusible *

Fusible

Fusible

Fusible

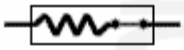
Fusible

Fusible de operación lenta

Fusible de operación rápida

El lado ancho es el lado de la red

Resistencia con función de fusible


Resistencia con función de fusible

Disyuntor Térmico

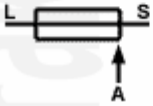
Disyuntor térmico

Delimitador para cable de alimentación

Protector de red

Interruptor con fusible

Fusible



Fusible con contacto de alarma

Derivación de sobretensión

Simbología Electrónica

Instrumentación 1

Voltímetro

Vatímetro

Vúmetro

Indicador de rediación

Termómetro o pirómetro

Ohmímetro

Osciloscopio

Tacómetro *

Gasímetro de humos

Amperímetro

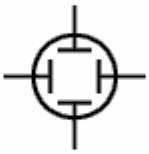
Frecuencímetro

Indicador del coseno de ϕ

Fasímetro

Ondámetro

Amperímetro con cero al centro



Osciloscopio

Tacómetro

Galvanómetro

Simbología Electrónica
Instrumentación 2

Vármetro

Sincronoscopio

Contador
de intensidad

Contador
de corriente

Contador
de energía reactiva

Vatímetro
registrador

Contador
de tiempo

Instrumento de medida
de bobina móvil con
imán permanente

Instrumento de medida
de bobina móvil con
rectificador incorporado

Medidor
de cocientes

Detector
de termoluminiscencia

Escintilador

Cámara
de ionización

Medidor
símbolo genérico

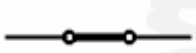
Medidor
símbolo genérico

Comparador de fase

Simbología Electrónica

Interruptores, pulsadores 1

Interruptor contacto abierto


Interruptor contacto cerrado

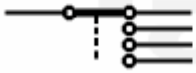
Pulsador contacto abierto *

Pulsador contacto cerrado *

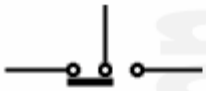
Pulsador contacto abierto

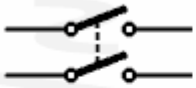
Pulsador contacto cerrado

Conmutador dos posiciones


Conmutador multiposiciones

Conmutador multiposiciones


Conmutador deslizante


Interruptor contacto doble

Interruptor doble uno cierra antes que el otro

Pulsador que actúa sobre dos circuitos

Conmutador fín de carrera

Pulsador que actúa sobre dos circuitos

Contacto cerrado con retardo al abrir

Contacto cerrado con retardo al abrir

Contacto abierto con retardo, tanto al abrir como al cerrar

Simbología Electrónica
Pilas, generadores ... 1

Generador símbolo general

Generador sinusoidal *

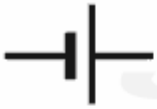
Generador sinusoidal

Generador de corriente continua

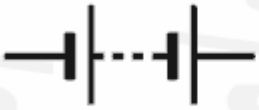
Generador de corriente

Generador de tensión

Puede hacer de motor o generador


Pila *

Pila


Pilas (Batería)

Batería con tensión regulable

Batería con conexión de tensión móvil

Generador de resonacia

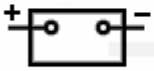
Indicador de batería

Simbología Electrónica
Pilas, generadores ... 2

Generador de impulsos

Generador de onda triangular

Generador de corriente continua



Batería / Indicador de batería

Multi-batería ajustable

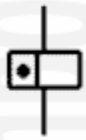
Multi-batería ajustable en tres pasos

Simbología Electrónica

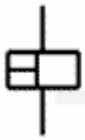
Relés 1

Relé (Bobina)

Rele con doble bobinado

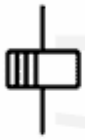


Relé rápido *

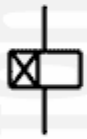


Relé rápido

Relé de desactivación rapida



Relé de desactivación lenta



Relé lento a la excitación

Relé polarizado magnéticamente

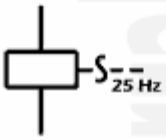
Bobina de relé deferencial

Termo-relé

Relé de corriente alterna

Relé de apoyo

Relé de remanencia



Relé de resonancia mecánica. Ej: 25 Hz

Simbología Electrónica

Resistencias 1

Resistencia
símbolo general *

Resistencia
símbolo general

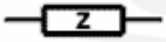
Resistencia
no reactiva *

Resistencia
no reactiva

Resistencia
variable

Resistencia
ajustable *

Resistencia
ajustable



Impedancia

Potenciometro

Potenciometro de
contacto móvil

Potencia de
ajuste predeterminado

R. variable
por escalones

R. variable de
variación continua

N T C
Coeficiente de
temperatura negativo

P T C
Coeficiente de
temperatura positivo

V D R
R. dependiente
de la tensión

L D R *
R. dependiente
de la luz

L D R
R. dependiente
de la luz

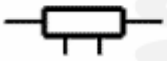
Simbología Electrónica

Resistencias 2

Resistencia en derivación con conexiones de corriente y de tensión

Elementos de calefación

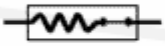
Resistencia con toma de corriente



Resistencia con tomas fijas

Resistencia no quemable

Varistor



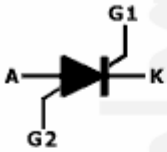
Resistencia con función de fusible

Resistencia con función de fusible

Termistor símbolo genérico

Tiristores

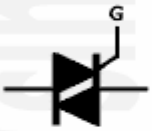
Tiristor SCR
Silicon controlled rectifier



Tiristor SCS
Silicon controlled switch

Diac *

Diac

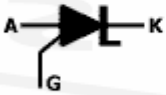


Triac

Tiristor Schottky
PNPN de 4 capas

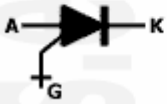
Tiristor Schottky
PNPN de 4 capas

Tiristor Schottky
PNPN de 4 capas

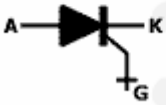


Tiristor de conducción
inversa, puerta canal N
controlado por ánodo

Tiristor de conducción
inversa, puerta canal P
controlado por cátodo

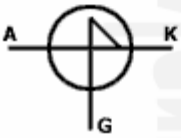


Tiristor de desconexión
puerta canal N
controlado por ánodo



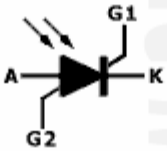
Tiristor de desconexión
puerta control P
controlado por cátodo

SBS
Silicon bilateral switch



SUS
Silicon unilateral switch

Trigger Diac

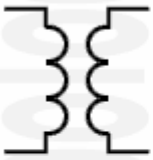


Fototiristor

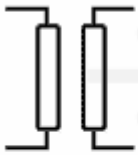
Ditriac ó Quadracs

Simbología Electrónica

Transformadores 1



Transformador
núcleo de aire *



Transformador
núcleo de aire

Transformador
núcleo de aire

Transformador

Transformador
núcleo de Fe-Si

Transformador
núcleo ferroxcube

Transformador
acoplamiento variable

Transformador
apantallado

Transformador
con imán móvil

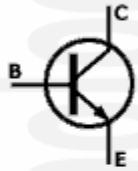
Polaridad
de bobinado

Transformador monofásico
con regulación continua
de corriente *

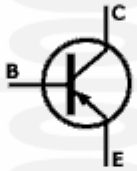
Transformador monofásico
con regulación continua
de corriente

Simbología Electrónica

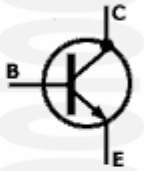
Transistores



Transistor NPN

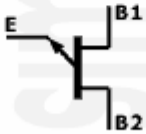


Transistor PNP

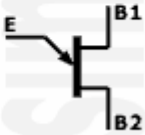


Transistor NPN con colector unido a masa

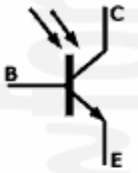
Transistor NPN túnel



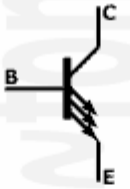
UJT-n Uniunión



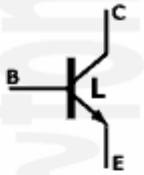
UJT-p Uniunión



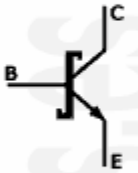
Fototransistor NPN



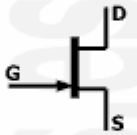
Multiemisor NPN



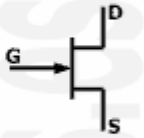
Transistor de avalancha NPN



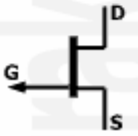
Transistor Schottky NPN



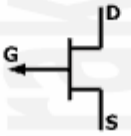
Transistor JFET canal N *



Transistor JFET canal N

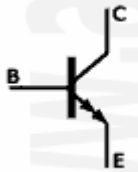


Transistor JFET canal P *

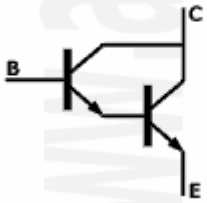


Transistor JFET canal P

PUT Uniunión programable



Darlington NPN



Darlington NPN *

Ejemplo de Circuitos Electrónicos Útiles

FILTRADO DE LA COMPONENTE ALTERNA

FILTRADO DE LA COMPONENTE CONTINUA

PUENTE DE ALIMENTACIÓN “El rizado”

ELECTRICIDAD

FORMULAS Y CONCEPTOS GENERALES

Potencias y consumos:
Hay 3 tipos de potencias;

Potencia activa: se mide en W, es la potencia que consume un determinado elemento.
En continua P = V x i
En monofásica P = V x I x Cos&
En trifásica P = V x I x "raíz cuadrada de 3" x Cos&

Potencia Reactiva: son los restos que se desaprovechan en el consumo de potencia Activa, el dichoso Coseno de & que normalmente en los motores es = 0,8 y en el
sector vivienda = 1.

Potencia Aparente: Es la suma de la Potencia Activa + Potencia Reactiva se mide en VA(s) VotioAmperio.

El consumo en kilovatios hora;

Ejemplo, si tenemos un motor o cualquier otro elemento en sus características indica por ejemplo, 2,2 KW, quiere decir que consume un máximo de 2,2 Kw/h por lo tanto si lo tenemos encendido a plena carga durante 3 hora, consumirá
2,2 Kw/h x 3 = 6,6 Kw/h

Y si los 6,6 Kw/h los multiplicamos por las ptas que nos cobra nuestra compañía de suministro eléctrico, nos da una burrada que tenemos que pagar a FENOSA.

De lo anterior deducimos que la medida de Kw/h es un valor de medición como puede ser el metro (m) el gramo (g) etc.
Cabe destacar la correspondencia de que 1Kw/h = 3,6x10exp6 Julios.

Poder de corte
Es el valor máximo estimado de corriente de cortocircuito que puede interrumpir un disyuntor con una tensión y en unas condiciones determinadas. Se expresa en kiloamperios eficaces simétricos. La norma IEC 947-2 define dos valores para el poder de corte de los disyuntores:

- el poder asignado de corte último Icu
- Es el valor eficaz máximo de corriente que permite realizar un corte correctamente y a continuación una operación de

cierre-apertura. Es prácticamente igual al poder de corte Icn ciclo P1 de la norma IEC 157-1.
– el poder asignado de corte de servicio Ics
Es el valor eficaz máximo de corriente que permite realizar un corte correctamente y a continuación dos operaciones de cierre-apertura. Es prácticamente igual al poder de corte Icn ciclo P2 de la norma IEC 157-1

Poder de cierre
Es el valor máximo de corriente que puede establecer un disyuntor con su tensión nominal en condiciones determinadas. En corriente alterna, se expresa con el valor de cresta de la corriente.

EFECTOS DE LA CORRIENTE SOBRE EL CUERPO

Efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo, de acuerdo a la intensidad que lo atraviesa

Intensidad de corriente en miliamperes (mA)	Efectos sobre el cuerpo
hasta 1	Imperceptible para el hombre
2 a 3	Sensación de hormigueo en la zona expuesta
3 a 10	Contracción involuntaria. El sujeto generalmente consigue liberarse del contacto, de todas maneras la corriente no es mortal.
10 a 50	La corriente no es mortal si se aplica durante intervalos decrecientes a medida que aumenta su intensidad, de lo contrario los músculos de la respiración se ven afectados por calambres que pueden provocar la muerte por asfixia.
50 a 500	Corriente decididamente peligrosa en función creciente con la duración del contacto que da lugar a la fibrilación ventricular (funcionamiento irregular del corazón con contracciones muy frecuentes e ineficaces), lo que constituye un serio riesgo vital.
más de 500	Decrece la posibilidad de fibrilación, pero aumenta el riesgo de muerte por parálisis de centros nerviosos y quemaduras internas.

RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL CUERPO HUMANO

En general, la resistencia eléctrica del cuerpo humano varía según las condiciones físicas y psíquicas (estado de ánimo) del sujeto y del estado de su piel. Es así como una persona "estresada" o nerviosa es más "conductora de la electricidad" que una persona tranquila, así como también una persona con la piel "húmeda" es más conductora que una persona con la piel seca.

Como estimación general, se asume una resistencia para el cuerpo humano de 3.000 Ohms, para baja tensión, y de 1.000 Ohms para alta tensión, siendo lógicamente estos datos extremadamente variables por las razones descritas anteriormente.

COMPONENTES ELECTRICOS DE PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITOS Y SOBRECARGAS.

PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITOS;

Un cortocircuito se produce al unir dos puntos distintos con tensiones diferentes, por ejemplo fase neutro dos fases diferentes de la trifásica RST, en continua al unir el positivo con el negativo, o al unir en paralelo dos fuentes con tensiones diferentes.
Al producirse un cortocircuito, la intensidad aumenta al menos 10 la intensidad nominal del circuito (10*In).

Para protegerse contra los cortocircuitos, se pueden utilizar;

Fusibles;
Colocando uno por fase. Estos pueden ser de 2 tipos,
Tipo gG ➔ utilizados en circuitos donde no hay elevados picos de tensión como circuitos resistivos.
Tipo aM ➔ utilizados en circuitos donde si hay elevados picos de tensión, como en el arranque de motores etc.

Disyuntores magnéticos;
Protegen al igual que los fusibles contra los cortocircuitos, pero tienen las ventajas de que pueden ajustarse manualmente mediante una ruedita a la intensidad de cortocircuito que queramos, y a demás son más rápidos en el salto al detectar un cortocircuito

PROTECCION CONTRA LAS SOBRECARGAS;

La sobrecarga se manifiesta con un aumento progresivo de la intensidad aumentando de forma excesiva, esto produce un aumento considerable de la temperatura que circula a través del componente.

Para protegernos de este efecto se utilizan entre otras cosas los;

Reles térmicos;
Estos dispositivos se componen de barias laminas de bimetal, con distinto coeficiente de temperatura, por lo tanto cuando hay un exceso se doblan hasta actuar en los contactos auxiliares del mismo.
Nota: *No suelen cortar la alimentación de las fases al motor, sino que simplemente actúan sobre sus contactos auxiliares, para cortar la alimentación del motor se tendrá que montar un contactor aguas arriba, cuya alimentación de bobina pase a través de uno de los contactos auxiliares del rele térmico.*
Estos dispositivos, tienen que soportar las corrientes de incion, “los picos del arranque” sin saltar, por lo tanto existen de varias clases como;
Clase 10 -→ que valen para todo tipo de aplicaciones.
Clase 20 → que aguantan un pico de arranque durante unos 20 segundos.
Clase 30 → que aguantan un pico de arranque durante unos 30 segundos.

Suelen llevar incorporados un Reglaje para poder ajustarlos dentro de un margen.
Saltan en corriente trifásica con una perdida de fase.

Sondas PTC para motores;
Son unos sensores de temperatura que van incorporados en los devanados de algunos motores específicos, los cuales barrían su resistencia con la temperatura.
Son de gran precisión incluso a la de la temperatura ambiente.

Reles electromagnéticos de máxima corriente;
Se utilizan para proteger picos de corriente frecuentes como en los arranques en los aparatos de elevación.
Trabajan con grandes intensidades.
Se emplean en los casos en los que es imposible utilizar reles térmicos

ELECCIÓN DE UN DISPOSITIVO DE PROTECCION

	Protección contra las sobrecargas		Protección contra los cortocircuitos	Protección del personal, aislamiento	Protección contra el funcionamiento monofásico	Protección de motores de gran inercia
Dispositivos de protección	Línea	Receptor				
Fusibles gG	Sí	No	Sí	Sí	No	No
Fusibles aM	No	Sí	Sí	Sí	No	No
Seccionadores*	No	No	No	Sí	No	No
Seccionadores portafusibles gG*	Sí	No	Sí	Sí	Sí **	No
Seccionadores portafusibles aM*	No	Sí	Sí	Sí	Sí **	No
Interruptores-seccionadores	No	No	No	Sí	No	No
Disyuntores magnetotérmicos GB2	Sí	No	Sí	Sí	No	No
Relés térmicos	Sí	Sí protección indirecta	No	No	Sí	No salvo TC saturables
Dispositivos de sondas	No	Sí protección directa	No	No	Sí	Sí
Relés magnéticos RMI	Sí *** fuertes sobrecargas	Sí *** fuertes sobrecargas	Sí ***	No	No	No
Disyuntores-motores	Sí	Sí protección indirecta	Sí	Sí en determinadas condiciones	Sí magneto-térmicos	No
Disyuntores magnéticos	No	No	Sí	No	No	No
Contactores-disyuntores	Sí	Sí protección indirecta	Sí	Sí	Sí	Sí
Contactores-disyuntores de instalación	Sí	Sí salvo motores	Sí	Sí	No	No

COMPONENTES DE PROTECCION CONTRA DERIVACIÓN A MASA "PROTECCIÓN DIFERENCIAL".

Los interruptores diferenciales son elementos de protección contra contactos indirectos, asociados a sistemas de protección como puede ser la puesta a tierra de las masas. Los aparatos con sensibilidades altas (30 mA) o muy altas (10 mA), protegen también contra contactos directos y también protegen muy eficazmente contra incendios, al limitar a valores muy bajos los efectos caloríficos de las corrientes de fuga.
Importante: los interruptores diferenciales simples, deben protegerse adecuadamente contra sobreintensidades

Versiones:

- Simple: interruptor diferencial puro.
- Integrado: interruptor diferencial + interruptor automático (1 carcasa = 2 polos = 2 mód.).

Clase:

- Clase AC: sensibles a las corrientes de defecto alternas.
- Clase A: sensibles a las corrientes de defecto alternas y continuas pulsantes.
- Clase B: «universales». Sensibles a las corrientes de defecto alternas, continuas pulsantes y continuas rectificadas muy alisadas.

Tensiones asignadas:

- 125 - 230 V, 50/60 Hz.
- 230 - 400 V, 50/60 Hz.
- 500 V, 50/60 Hz.
- 400 - 690 V, 50/60 Hz.

Corriente diferencial asignada:

10 - 30 - 100 - 300 - 500 y 1.000 mA.

Un sistema de protección contra contactos indirectos tiene por objeto conseguir que en ninguna masa de la instalación aparezca una tensión de contacto superior a la tensión límite de seguridad: 50 y 24 V en los locales secos y húmedos, respectivamente.

La aplicación del sistema basado en el interruptor diferencial y la puesta a tierra de las masas permite mantener la tensión de contacto por debajo de la tensión de seguridad, mediante la limitación de los valores máximos de la intensidad de defecto (sensibilidad del diferencial) y la resistencia de tierra; por ejemplo, en el caso de locales húmedos, la condición de seguridad sería:

Id x RT <= 24 V

Una consecuencia importante es que distintas combinaciones de elementos de protección, es decir, distintos pares de valores sensibilidad-resistencia, pueden garantizar la seguridad. Así, dependiendo de la sensibilidad de los interruptores diferenciales, los valores máximos de la resistencia de tierra, en función de la tensión límite de seguridad, son los que figuran en la tabla.

En el caso de un edificio donde coexisten locales de diversa naturaleza (viviendas, comercios, talleres o pequeñas industrias), cuyas instalaciones eléctricas incorporan diferenciales de distintas sensibilidades, la resistencia máxima de la toma de tierra debe fijarse a partir de la sensibilidad del diferencial más desfavorable, es decir, el menos sensible. En este sentido, el Reglamento para baja tensión (MIE BT 023) indica un valor máximo de la resistencia de tierra de 37 ohm, que permite utilizar diferenciales de 650 mA.

Más allá del aspecto reglamentario, la evolución de los procedimientos de ejecución de tomas de tierra tiende al uso del electrodo en anillo, a menudo formando una malla unida a la

estructura del edificio, con el cual se consiguen fácilmente resistencias muy bajas –del orden de 10 ohm o menores– para la toma de tierra del edificio. La aplicación de este tipo de puesta a tierra satisface la condición de seguridad con toda la gama habitual de interruptores diferenciales y aporta una cobertura importante (no total) del riesgo eléctrico en caso de avería o manipulación del diferencial.

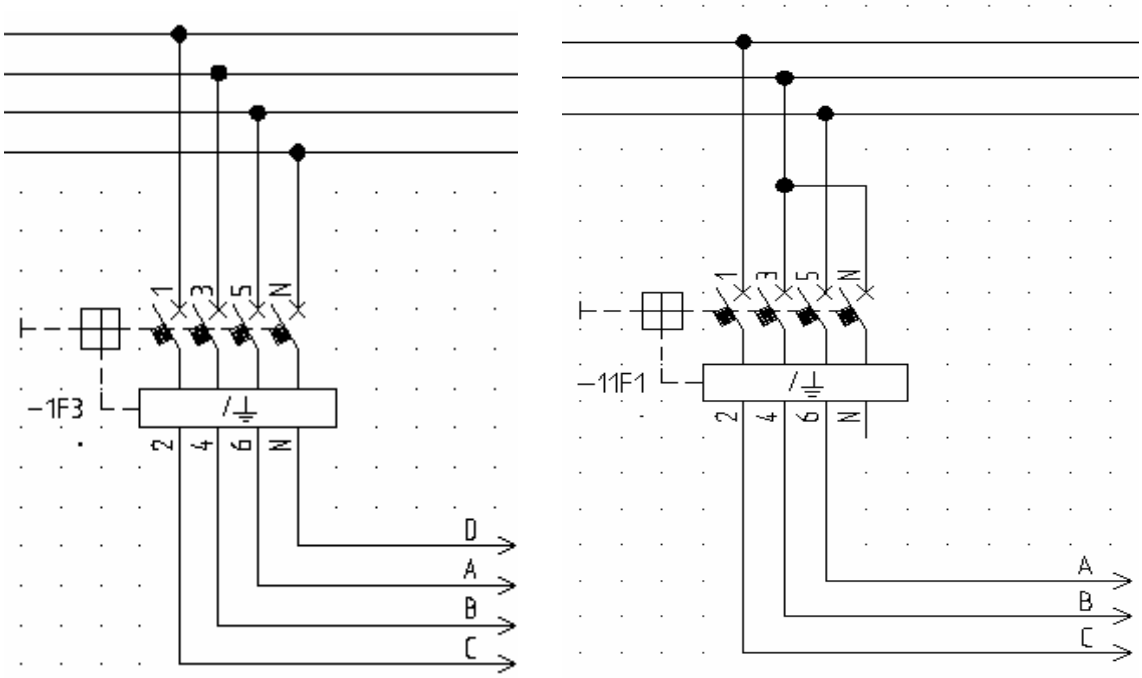
Como conclusión, cabe recomendar la realización de la puesta a tierra mediante electrodo en anillo (malla de tierra), dado que este método permite alcanzar, fácil y eficazmente, valores muy bajos de resistencia de tierra, normalmente inferiores a 10 ohm.

CHEKEO DE AVERIA

Revise la instalación en forma sistemática y escalonada. Si no dispone de un aparato de medición, el mismo diferencial le sirve para detectar la falla. Ejemplo: si la vivienda tiene varios circuitos, desconéctelos todos. Vuelva a conectar el diferencial y cierre nuevamente los circuitos, el que tiene la falla provocara una nueva desconexión del diferencial. Si no, desconecte o desenchufe todos los artefactos eléctricos y vuelva a conectarlos.

Deténgase a razonar brevemente que puede haber causado la desconexión. Algunas posibilidades triviales pero que ocurren a menudo: se desbordó el lavarropa?, en el momento de la desconexión, conecto un artefacto eléctrico?, descongelo la heladera? Llovió fuertemente?

ESQUEMA DE CONEXION



EL CONTACTOR

Ejemplo de CRITERIOS DE SELECCION (AC1 - AC2 - AC3 - AC4)

© Control de un circuito resistivo
Este tipo de aplicación (por ejemplo resistencias de calentamiento) pertenece a la categoría de empleo AC-1, con un número de ciclos de maniobras reducido. El calentamiento del contactor depende principalmente de la corriente nominal del receptor y del tiempo de paso de esta corriente.
© Control de un motor asíncrono de jaula
La categoría de empleo de esta aplicación puede ser AC-3 (cortes con motor lanzado) o AC-4 (cortes con motor calado). El calentamiento se debe tanto al paso de la corriente nominal del motor como al pico de corriente en el arranque y a la energía de arco en el corte. Por lo tanto, con un calibre de contactor y una categoría de empleo determinados, el calentamiento será mayor cuanto mayor sea la frecuencia de ciclos de maniobras. Así pues, los criterios básicos para elegir el contactor son las categorías de empleo y la frecuencia de ciclos de maniobras.
© Control de receptores con un pico de corriente transitorio elevado en la puesta bajo tensión. Este es el caso de, por ejemplo, los primarios de un transformador o de las baterías de condensadores. La corriente de cresta en la puesta bajo tensión de estos aparatos puede llegar a ser más de diez veces superior a la corriente nominal. El poder de cierre asignado del contactor debe ser lo bastante alto como para que la fuerza de repulsión de la corriente transitoria no provoque la apertura no controlada ni la soldadura de los contactos. Este es pues el criterio básico para la elección de un contactor en este tipo de aplicación.

Los fabricantes elaboran las tablas de elección teniendo en cuenta todos estos criterios, lo que permite elegir cómodamente el contactor más apropiado para cada aplicación.

Guía de elección

	Contactores			LC1-D09	LC1-D12	LC1-D18	LC1-D25	LC1-D32	LC1-D40	LC1-D50	LC1-D65	LC1-D80	LC1-D95
Empleo en categoría AC-1	**Corriente de empleo máxima** según IEC 947-1 (para una frecuencia de 600 ciclos de maniobras por hora)												
	Con cable de sección		mm²	4	4	6	6	10	16	25	25	50	50
	Corriente de empleo	≤ 40 °C	A	25	25	32	32	50	60	80	80	125	125
	según la temperatura	≤ 55 °C	A	20	20	26	26	44	55	70	70	100	100
	ambiente	≤ 70 °C	A	17	17	22	22	35	42	56	56	80	80
	Aumento de la corriente de empleo por conexión en paralelo de los polos												
	Aplicar a las corrientes que figuran a continuación los siguientes coeficientes, que tienen en cuenta el reparto a menudo desigual entre los polos:												
	2 polos en paralelo: K = 1,6	3 polos en paralelo: K = 2,25					4 polos en paralelo: K = 2,8						
Empleo en categoría AC-3	**Corriente y potencia de empleo** (temperatura ambiente ≤ 55 °C)												
	Corriente de empleo máxima	≤ 440 V	A	9	12	18	25	32	40	50	65	80	95
	Potencia	220/230 V	kW	8,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	25
	nominal	240 V	kW	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	25
	de empleo P	380/400 V	kW	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45
	(potencias	415 V	kW	4	5,5	9	11	15	22	25	37	45	45
	normalizadas	440 V	kW	4	5,5	9	11	15	22	30	37	45	45
	de los motores)	500 V	kW	5,5	7,5	10	15	18,5	22	30	37	55	55
		660/690 V	kW	5,5	7,5	10	15	18,5	30	33	37	45	45
	Frecuencias máximas de ciclos de maniobras (en función de la potencia de empleo y del factor de marcha) (θ ≤ 55 °C)												
	Factor de marcha	Potencia de empleo											
	≤ 0,85 %	P		1.200	1.200	1.200	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	750	750
		0,5 P		3.000	3.000	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.000	2.000
	≤ 0,25 %	P		1.800	1.800	1.800	1.800	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Empleo en categoría AC-2 y AC-4 (Ue ≤ 690 V)	**Corriente cortada máxima** (en función de la frecuencia máxima de ciclos de maniobras (1) y del factor de marcha) (θ ≤ 55 °C) (2)												
	De 150 y 15% a 300 y 10%		A	30	40	45	75	80	110	140	160	200	200
	De 150 y 20% a 600 y 10%		A	27	36	40	67	70	96	120	148	170	170
	De 150 y 30% a 1.200 y 10%		A	24	30	35	56	60	80	100	132	145	145
	De 150 y 55% a 2.400 y 10%		A	19	24	30	45	50	62	80	110	120	120
	De 150 y 85% a 3.600 y 10%		A	16	21	25	40	45	53	70	90	100	100

(1) No sobrepasar la frecuencia máxima de ciclos de maniobras mecánicas.
(2) Para las temperatura superiores a 55 °C, utilizar en las tablas de elección un valor de la frecuencia máxima de ciclos de maniobras igual al 80% del valor.

Tipos

Elección según IEC			A9	A12	A16	A26	A30	A40	A50	A63	A75	A95	A110
Potencia nominal de empleo		AC-3											
Motores trifásicos 1500 rev./min. 50 Hz o 1800 rev./min. 60 Hz	220-230-240 V	kW	2.2	3	4	6.5	9	11	15	18.5	22	25	30
	380-400 V	kW	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55
	415 V	kW	4	5.5	9	11	15	18.5	25	37	40	55	59
temperatura medida a proximidad del contactor: θ ≤ 55 °C	440 V	kW	4	5.5	9	15	18.5	22	25	37	40	55	59
	500 V	kW	5.5	7.5	9	15	18.5	22	30	37	45	55	59
	690 V	kW	5.5	7.5	9	15	18.5	22	30	37	40	55	75
	1000 V	kW	–	–	–	–	–	–	30	33	37	40	40
Corriente nominal de empleo I_e / AC-3													
Motores trifásicos	220-230-240 V	A	9	12	17	26	33	40	53	65	75	96	110
	380-400 V	A	9	12	17	26	32	37	50	65	75	96	110
	415 V	A	9	12	17	26	32	37	50	65	72	96	110
temperatura medida a proximidad del contactor: θ ≤ 55 °C	440 V	A	9	12	16	26	32	37	45	65	70	93	100
	500 V	A	9	12	14	22	28	33	45	55	65	80	100
	690 V	A	7	9	10	17	21	25	35	43	46	65	82
	1000 V	A	–	–	–	–	–	–	23	25	28	30	30
Corriente nominal de empleo I_e / AC-1													
temperatura medida a proximidad del contactor:	θ ≤ 40 °C	A	25	27	30	45	55	60	100	115	125	145	160
	θ ≤ 55 °C	A	22	25	27	40	55	60	85	95	105	135	145
	θ ≤ 70 °C	A	18	20	23	32	39	42	70	80	85	115	130
sección transversal del cable de conexión		mm²	2.5	4	4	6	10	16	35	50	50	50	70
Máx. calibre del fusible gG (gI)		A	25	32	32	50	63	63	100	125	160	160	200
Símbolo comercial			A9-30-10	A12-30-10	A16-30-10	A26-30-10	A30-30-10	A40-30-10	A50-30-00	A63-30-00	A75-30-00	A95-30-00	A110-30-00

SELECTIVIDAD EN LAS REDES DE BAJA TENSIÓN

Condiciones de selectividad
Los dispositivos de protección contra sobre intensidad, en caso de una avería en la instalación deben interrumpir en el tiempo mas breve únicamente el circuito averiado.
Las puntas de intensidad usuales en el servicio, como por ejemplo las que se producen en el arranque de motores no deberán conducir a una desconexión.

¿Como actúa una protección selectiva?
Las curvas de actuación o disparo se representan en forma de grafico. Los diagramas o curvas tiempo - intensidad permiten juzgar sobre la selectividad.

Selectividad por intensidad en el caso de intensidades de cortocircuito diferentes.
Se consigue en caso de cortocircuito cuando la intensidad máxima de cortocircuito a la salida del interruptor posterior (el situado aguas abajo) es inferior a la intensidad de disparo del interruptor de protección anterior.

Selectividad por intensidad en caso de intensidades de cortocircuito similares.
Para la determinación se comparan entre si las curvas de disparo. En los disparos por sobrecarga (disparo térmico) la selectividad de obtiene siempre por los diferentes tiempos de desconexión.

Selectividad natural.
Se obtiene especialmente por diferencias de tamaño así como por diferencias en las intensidades nominales. Hay tablas de selectividad que ayudan al proyectista a encontrar o determinar la selectividad entre interruptores de protección anteriores y posteriores.

Selectividad entre interruptores automático y cortocircuitos fusibles conectados aguas abajo.
Cuando después de un automático se conectan fusibles estos deben ser de intensidad nominal notablemente mas baja que la del automático.

Como norma se puede decir: Los fusibles instalados a continuación de un automático actúan de modo selectivo cuando la intensidad de respuesta inicial del disparo de sobreintnsidad del interruptor es como mínimo 4 a 5 veces la intensidad nominal del fusible.

Selectividad entre interruptores automáticos y cortacircuitos fusibles conectados aguas arriba.
En estos casos la intensidad nominal del fusible es sensiblemente mayor de la del interruptor automático.

Selectividad entre cortacircuitos fusibles.
Los tiempos de fusión oscilan fuertemente dependiendo de la magnitud del fallo. Para la practica rige:
Dos fusibles colocados en serie se comportan de modo selectivo si las bandas de dispersión de sus características de fusión no se tocan.
La forma simple de determinar la selectiva a través de la reacción de intensidades nominales, es valida únicamente para : Fusibles en estado nuevo. Fusibles de un mismo tipo. Fusibles de igual fabricante. Fusibles de igual característica.

Fusibles.
Según su forma se distinguen fusibles de rosca, fusibles de cuchilla, fusible cilíndricos.

Clases de fusibles según su función.

Categoría g:
Fusibles de uso general en ingles genall purpose suses. Se trata de cartuchos que pueden conducir permanentemente las intensidades hasta su intensidad nominal y que puedan desconectar intensidades desde la intensidad mínima de fusión hasta la intensidad nominal de desconexión. ***(protección contra sobrecarga y cortocircuito).***

Categoría a:
Fusibles de acompañamiento **(Protección contra cortocircuitos).**

Tipo de curvas:
L: Cables y conductores
M: Aparatos de conexión
R: Semiconductores
B: Instalaciones de minería
TR: Transformadores.

Objetos de protección determinados
gL: Protección en genall de cables y conductores
aM: Fusibles de acompañamiento protección de apárrame tea.
aR: Fusibles de acompañamiento para protección de semiconductores.
gR: Fusibles en general para semiconductores.
gB: Fusibles en general para instalación de minería.
gTr: Fusibles en general para la protección de transformadores.

Generalidades .
Fusibles gL: La misión de los fusibles gL es esencialmente la protección de cables y conductores tanto en caso de cortocircuito como en de sobrecarga. Además tiene una cierta importancia en la protección de motores.

Fusibles aM: La protección de cortocircuitos. Desconectan únicamente después de alcanzar el cuádruple de su intensidad nominal. En el margen entre 1 y 4 veces la In no debe estar el fusible aM permanentemente en servicio, es decir dentro de este margen se tendrá que realizar la protección contra sobrecargas a través de otro órgano ejemplo relee térmico.

DIMENSIÓN DE LOS CONDUCTORES EN INSTALACIONES ELECTRICAS

Los conductores eléctricos se dimensionan en base a dos criterios: Intensidad de corriente que impone la carga y caída de tensión que se produce en la línea.

Según el diámetro de cada conductor, este tiene asociada una capacidad de trasporte de corriente (en amperes), en la cual también tiene que ver su la aislamiento (recubrimiento) y el método de canalización a emplear (tubería, bandeja, etc). Es así como un conductor de 1,5 mm2, con aislamiento del tipo NYA, canalizado en tubería, puede transportar hasta 15 A, mientras que el mismo conductor, pero tendido al aire libre, puede transportar hasta 23 A. Los distintos tipos de aislamiento existentes para los conductores tiene relación con el uso y ambiente en el que se van a situar estos, es decir que puedan ser resistentes al agua, líquidos corrosivos, radiación UV, etc.

En todo caso, como premisa del dimensionamiento de conductores se puede establecer que:

I carga < I disy < I cond

donde, I carga : Corriente nominal de la carga o consumo eléctrico

I disy : Corriente nominal del interruptor automático que protegerá al circuito

I cond : Capacidad máxima de transporte de corriente del conductor seleccionado

El segundo criterio (caída de tensión) tiene relación con el hecho de que mientras más lejos se encuentre el punto de consumo del punto de suministro, la caída de tensión en el extremo de la línea será mayor. Esto puede solucionarse empleando conductores de mayor diámetro al seleccionado originalmente (según criterio de capacidad de transporte).

Resistividad:
Es la inversa a la **conductividad "landa"**:
Es la oposición de un metal conductor al paso de la corriente eléctrica.
Cada conductor ofrece una resistividad diferente al paso de la corriente por ejemplo el cobre posee un valor aproximado de 0.018 el estaño 0.28 etc.
Se representa con la letra griega "ro".

Resistencia eléctrica de un cable "roo":
La resistencia ohmica que nos ofrece un rollo de cable depende fundamentalmente de la longitud del tipo de conductor y de la sección, puesto que a mayor sección mejor va a circular la corriente "imaginemos un tuvo de agua".

Formula:

R = "roo" x Longitud (metros) / Sección (mm2)

La Caída de tensión en un circuito eléctrico:
Por ejemplo, la caída de tensión de un circuito eléctrico "cualquiera, alumbrado, enchufes, etc" en el sector vivienda, no puede ser mayor al 1,5% de la tensión de alimentación general.

e = 1,5% de 220V = 3,3V máximos de caída de tensión permitidos por el REBT

Pero por ejemplo en cualquier otro tipo de circuito que no sea del sector vivienda la caída de tensión vendrá determinada por lo el margen que permita el aparato a conectar al otro extremo del la manguera.

Calculo de sección por caída de tensión:
Mediante esta formula, sabemos la sección mínima de conductor que demos meter para que no se produzca la caída de tensión.

S = 2 x P x L / “landa” x “e” x V

Hay que tener en cuenta que el valor que nos puede dar en S a lo mejor no es un valor estándar de sección de cable pues por ejemplo 1,3 o algo así, con lo cual debemos elegir una sección comercial de cable inmediatamente superior al valor calculado en S y aplicarle la formula del calculo de cabida de tensión por sección de cable adoptada.

Calculo de caída de tensión por sección de cable adoptada:

La formula es igual a la anterior solo que cambiamos “e” (caída de tensión), por S que es la sección del cable comercial elegido.

e = 2 x P x L / “landa” x S x V

Una vez que obtenemos el valor de “e” (caída de tensión) con la sección de cable que elegimos, debemos claro está comprobar que no sea demasiado excesiva para accionar el componente que tengamos al otro extremo del cable.

A nivel domiciliario, comúnmente se emplean conductores con aislamiento del tipo NYA, de 1,5 mm2 para circuitos de iluminación y de 2,5 mm2 para circuitos de enchufes.

Se exige el uso de colores estandarizados para identificar los dinstintos conductores: los conductores de fase deben ser de color azul, negro o rojo, el neutro debe ser de color blanco y el conductor de la puesta a tierra de protección debe ser de color verde o verde amarillo:

FASE

NEUTRO

TIERRA DE PROTECCION

INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE PARA CONDUCTORES AISLADOS
(Secciones Milimétricas)

TEMPERATURA DE SERVICIO: 70ºC/TEMPERATURA AMBIENTE: 30ºC

SECCION NOMINAL $(mm)^2$	GRUPO1	GRUPO2	GRUPO3
0.75	-	12	15
1	11	15	19
1.5	15	19	23
2.5	20	25	32
4	25	34	42
6	33	44	54
10	45	61	73
16	61	82	98
25	83	108	129
35	103	134	158
50	132	167	197
70	164	207	244
95	197	249	291
120	235	291	343
150	-	327	382
185	-	374	436
240	-	442	516
300	-	510	595
400	-	-	708
500	-	-	809

GRUPO 1: Monoconductores tendidos al interior de ductos.
GRUPO 2: Multiconductores con cubierta común, que van al interior de tubos metálicos, cables planos, cables portátiles o móviles, etc.
GRUPO 3: Monoductores tendidos sobre aisladores.

CANALIZACIONES

Básicamente las dimensiones de las canalizaciones se definen de acuerdo a la cantidad y sección de los conductores a emplear, lo cual está normalizado.

TIERRA DE SERVICIO

La puesta a tierra de servicio corresponde a un método de protección contra elevaciones de tensión producidas por fallas en el sistema de distribución (corte del neutro en el tendido eléctrico). La "tierra de servicio" consiste básicamente en conectar a tierra el neutro de la instalación eléctrica, comúnmente en el punto de empalme, mediante un electrodo de cobre, o bien, un enmallado.

TIERRA DE PROTECCIÓN

La puesta a tierra de protección es uno de los elementos más importantes de una instalación eléctrica, en lo que se refiere a protección a las personas contra contactos indirectos.

Este sistema consiste en conectar a tierra todos los elementos conductores (carcasas) de lo equipos que, bajo condiciones normales, no deberían presentar tensiones de contacto peligrosas. Es para esto que a los enchufes llegan tres alambres (fase, neutro y tierra), lo que permite que cada artefacto que sea enchufado a una toma de corriente pueda quedar conectado a la tierra de protección.

Una buena puesta a tierra de protección nos asegura que ante una falla de aislación (conductor de fase en contacto con partes metálicas expuestas de un artefacto, como por ejemplo una lavadora) se produzca la descarga a tierra operando las protecciones del caso y no quede esta falla latente, a la espera de que alguien toque esa superficie para canalizarse a través de esa persona, electrocutándola. El buen funcionamiento de la puesta a tierra depende del valor de resistencia eléctrica que se logre en su instalación.

En la práctica, como sistema de tierra de protección se emplean electrodos de cobre o barras tipo Copperweld, o bien, enmallados de conductor de cobre, enterrados a cierta profundidad. Los resultados de resistencia que se logren para la "tierra de protección" dependerán del tipo de suelo (humedad y sales que contenga), superficie que abarque la puesta a tierra, y ciertos parámetros eléctricos del sistema.

Prescripciones y normas IEC 204, DIN EN 60204/VDE0113

Tratan del equipo eléctrico en maquinaria industrial.

Elementos eléctricos

Los elementos que de por si o dispongan de suficiente grado de protección deberán ser provistos por ejemplo de una caja individual adicional.

Interruptor principal.
Cada máquina deberá estar provista de un interruptor principal. Si se emplea como dispositivo de paro de emergencia deberá poder desconectar la intensidad del mayor motor de la maquina. Este interruptor deberá poder bloquearse bajo llave en posición de abierto. Deberá tener únicamente una posición de paro y otra de marcha.

Dispositivo de paro de emergencia.
Este dispositivo en caso de emergencia deberá detener la maquina de forma que evite los peligros para las personas o la maquina.

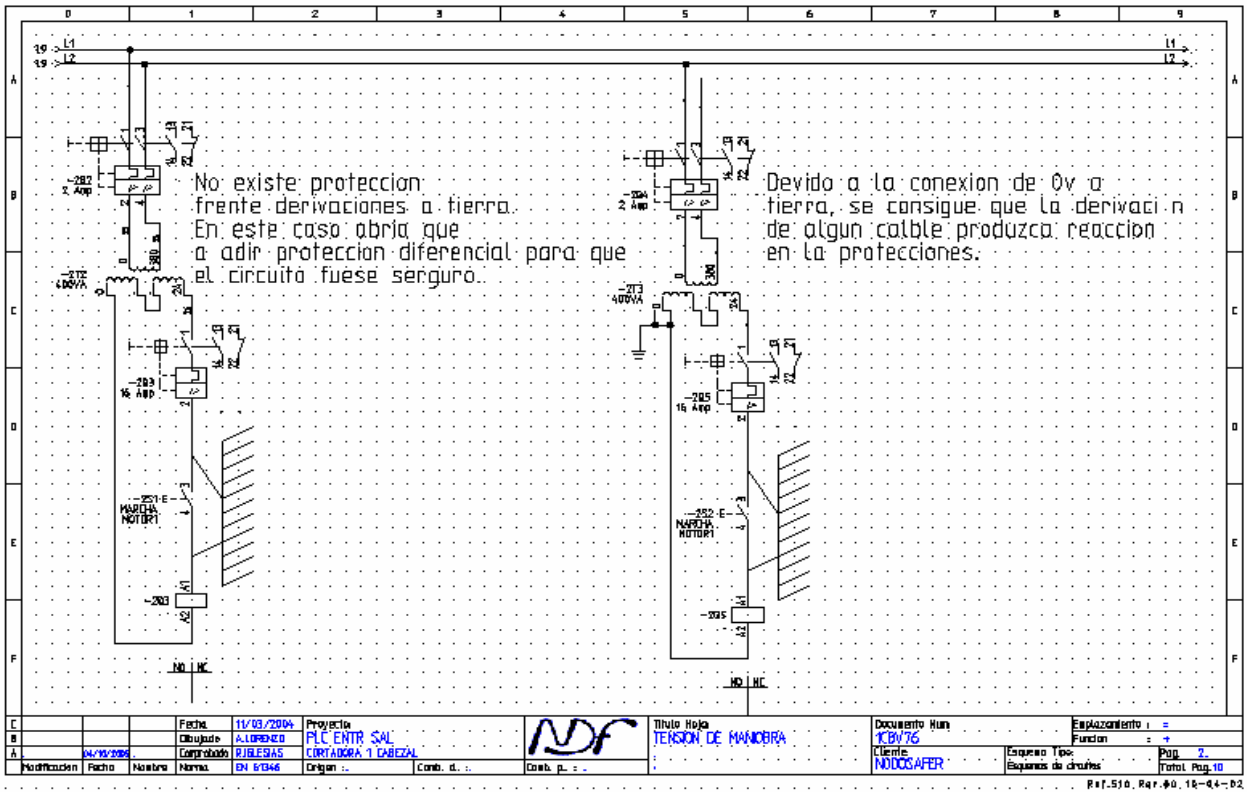
Mandos de paro de emergencia.
Estos elementos al ser accionados deben desactivar de forma directa todos los receptores que puedan producir un peligro. Pueden actuar directamente sobre los contactores de potencia y contactores auxiliares, o bien sobre la bobina de mínima del interruptor principal.
Para los interruptores y mandos de para de emergencia rige:
El manipulador deberá ser de color rojo y contrastar sobre un fondo amarillo.
En caso de peligro deberán ser alcanzables de forma rápida y fácil

Protección en caso de fallo de tensión.
Al reponerse la tensión después de un fallo en la red las maquinas o partes de ellas no deben arrancar de nuevo inadvertidamente.

Transformador de mando.
Cuando en el circuito de mando existan más de 5 bobinas electromagnéticas, este circuito deberá alimentarse mediante un transformador.

Conectar o no conectar a tierra.
Las derivaciones a tierra no deben conducir ni a arranques involuntarios de la maquina ni impedir su paro. Para eliminar estos peligros debe conectarse a tierra un polo del circuito auxiliar y un terminal de cada bobina de unirse directamente al conductor que corresponde a dicho polo. En el caso de circuitos de mando no conectados a tierra, deberá disponerse un detector de fallo de aislamiento.

Transformadores de maniobra.
En la determinación de la potencia del transformador de maniobre, se suman las potencias de retención de todos los receptores conectados simultáneamente, lámparas de señalización incluidas, con la potencia de atracción del contactor de mayor calibre. Esta suma multiplicada por 0.8 debe ser igual o menor que la potencia permanente del transformador de maniobra. Si prevalece la conexión de grandes contactores, el transformador se escogerá según la potencia momentánea.
En los circuitos de mando puestos a tierra, el primer fallo a tierra provoca la respuesta o actuación del elemento previo de protección por sobreintenidad. En los circuitos de mando no puestos a tierra un primer fallo a tierra no produce ningún efecto. Un segundo fallo a tierra puede suponer un puenteado de contacto según puede verse en el esquema. Ppor tal motivo todos los circuitos auxiliares no puestos a tierra instalados en máquinas deben disponer siempre de un dispositivo de control de aislamiento.



Fiabilidad de las maniobras eléctricas.

Problemática; De vez en cuando ocurre que una orden de mando no es ejecutada por un contactor sin que exista causa reconocible para ello.
La causa de la inseguridad o fallo de la señal por regle general es un aumento de resistencia de contacto. Este aumento de resistencia puede ser debido por ejemplo a diminutas motas de polvo capas de oxidación, etc.

Protección frente a cortocircuito.
Todos los conductores deben estar protegidos contra cortocircuitos mediante dispositivos de protección tales como interruptores automáticos o fusibles. Su capacidad de desconexión deberá ser como mínimo igual al valor previsto de cortocircuito en el lugar de su montaje.

Protección contra sobrecarga.
Los motores con potencia superior a 1 KW para servicio permanente deberán estar protegidos contra sobrecarga.

Dispositivo de paro de emergencia.
El dispositivo de paro de emergencia deberá parar la maquina de modo que en saso de peligro se eviten daños a las personas y a la maquina.

Interruptor principal.
Cada máquina deberá disponer de un interruptor principal que desconecta dota la instalación eléctrica. El interruptor principal deberá ser de accionamiento manual y deberá tener solamente una posición de conexión y una de desconexión. La maneta de mando deberá ser de tal forma que en posición de desconectado pueda ser bloqueada con llave.

Circuitos auxiliares.
Los circuitos de maniobra que contengan más de 5 bobinas de accionamiento electromagnético (contactores, reles, válvulas) se alimentaran a través de un transformador de maniobra. Cuando se usa este transformador el circuito auxiliar se conectará a tierra, pero de forma que si se retira la pieza de unión a tierra la maniobra pueda seguir funcionando. En caso de servicio sin conectar a tierra deberá preverse un elemento de control de aislamiento.

Cableado

La sección mínima para conductores en forma de hilo o cable en el interior del armario de maniobra es de 0,75mm2
Azul claro para neutro de circuitos de potencia (sin función de protección)
Negro para circuitos de potencia tanto en continua como en alterna
Rojo para circuitos de mando en alterna.
Azul para circuitos de mando en continua
Naranja para circuitos de enclavamiento.

Conductores de diferentes circuitos pueden ser colocados en una misma canaleta.

SIGNIFICADO Y EXPLICACIÓN DE LOS CODIGOS IP, IK

Grado de *protección:* *Es el nivel de protection proporcionado por una envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua o contra los impactos mecánicos exteriores, y que además se verifica mediante métodos de ensayo normalizados.*

Existen dos tipos de grados de protection y cada uno de ellos, tiene un sistema de codificación diferente, el Código IP y el Código IK. Los tres primeros epígrafes anteriores estarán contemplados en el código IP y el ultimo en el código IK.

Cada uno de estos códigos se encuentran descritos en una norma, en las que además se indican la forma de realizar los ensayos para su verificación:

Código IP: UNE 20324, que es equivalente a la norma europea eN

60529. - Código IK: UNE-EN 50102.

3 Código IP

Es un sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por la envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la referida protection. Este código IP esta formado por dos números de una cifra cada uno, situados inmediatamente después de las letras "IP" y que son independientes uno del otro.

- El numero que va en primer lugar, normalmente denominado como "primera cifra característica", indica la protection de las personas contra el acceso a partes peligrosas (típicamente partes bajo tensión o piezas en movimiento que no sean ejes rotativos y análogos), limitando o impidiendo la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona y, garantizando simultáneamente, la protection del equipo contra la penetración de cuerpos sólidos extraños.

  La primera cifra característica esta graduada desde 0 (cero) hasta 6 (seis) y a medida que va aumentando el valor de dicha cifra, este indica que el cuerpo sólido que la envolvente deja penetrar es menor.

- El numero que va en segundo lugar, normalmente denominado como "segunda cifra característica", indica la protection del equipo en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales debidos a la penetración de agua.

  La segunda cifra característica esta graduada de forma similar a la primera, desde 0 (cero) hasta 8 (ocho). A medida que va aumentando su valor, la cantidad de agua que intenta penetrar en el interior de la envolvente es mayor y también se proyecta en mas direcciones (cifra 1 caída de gotas en vertical y cifra 4 proyección de agua en todas direcciones).

4 Código IK

Es un sistema de codificación para indicar el grado de protección proporcionado por la envolvente contra los impactos mecánicos nocivos, salvaguardando así los materiales o equipos en su interior.

El código IK se designa con un numero graduado de cero (0) hasta diez (10); a medida que el numero va aumentado indica que la energía del impacto mecánico sobre la envolvente es mayor. Este numero siempre se muestra formado por dos cifras. Por ejemplo, el grado de protección IK 05, no quiere indicar mas que es el numero 5.

A pesar de que este es un sistema que puede usarse para la gran mayoría de los tipos de equipos eléctricos, no se puede suponer que todos los grados de protección posibles les sean aplicables a todos los equipos eléctricos.

Generalmente, el grado de protección se aplica a la envolvente en su totalidad. Si alguna parte de esta envolvente tiene un grado de protección diferente, esto deben indicarse por separado en las instrucciones o documentación del fabricante de la envolvente.
En la tabla 5 se indican los diferentes grades de protección IK con la energía del impacto asociada a cada uno. También se indica la equivalencia en peso y altura de caída de la pieza de golpeo sobre la envolvente, de forma que, por ejemplo, un grado de protección IK 07 es aquel en el que la envolvente, en los puntos que se consideraran como más débiles, soportaría un impacto de una pieza de poliamida o de acero redondeada, de peso 500 g y que cayera desde una altura de 400 mm.

GESTIÓN TERMICA EN CUADROS ELÉCTRICOS

Formación de agua de condensación en caso de elevado grado de protección.

El aire absorbe a una temperatura determinada una cantidad de agua en forma de vapor. Esta cantidad está determinada por el punto de condensación a diversas temperaturas. La parte de humedad por milímetro cúbico de aire se llama la humedad relativa del aire.
El aire calienta absorbe mas humedad que el frió. Durante el día y debido a la pérdida de calor de la aparamenta, se absorbe mucha humedad por el aire. Si desciende la temperatura en el armario debido a la desconexión de la instalación o bien en las horas nocturnas, descenderá igualmente la capacidad de absorción de humedad. Se evita o dificulta el intercambio de aire con el ambiente exterior se depositará una vez sobrepasado el punto de condensación , el agua sobrante como condensación. En el caso de la protección IP5X existe un intercambio suficiente de aire entre la envolvente y el exterior.

Calefacción de armarios.

Al objeto de no dejar descender la temperatura en el interior del armario por debajo del punto de condensación se recomienda en el caso de un elevado grado de humedad del aire, calefacción en el armario.

Distinguiremos 4 modos de gestión térmica ; Airear, Ventilar, refrigerar y calentar.

Airear

Disipación natural

Por las paredes de la envolvente

La utilización de una envolvente de mayores dimensiones puede resolver, en algunos casos, el problema de calentamiento.

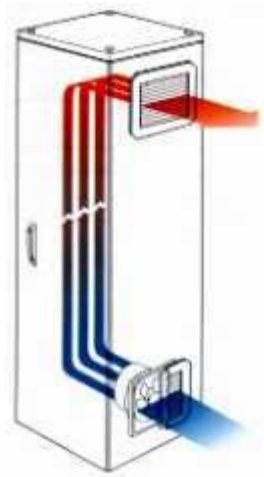
Aireación natural

La aportación de aire fresco exterior mediante rejillas de ventilación mejora la disipación de calor por convección natural. Sin embargo esta solución únicamente es factible en los casos en los que la potencia que deba disiparse sea débil y en ambientes con escasos niveles de polvo

Ventilar

Ventilación

El movimiento del aire en el interior del armario con la ayuda de un ventilador permite homogeneizar la temperatura y evitar los puntos calientes perjudiciales para algunos componentes.



Ventilación forzada

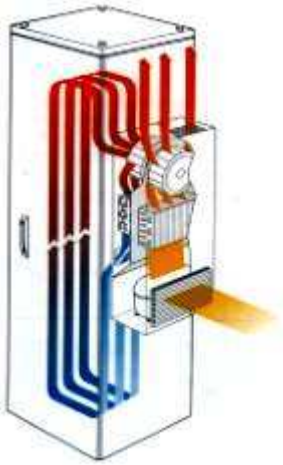
Los ventiladores están concebidos para evacuar gran cantidad de calor procedente de los componentes de los cuadros eléctricos. El tiempo de vida de estos componentes aumenta, garantizando de este modo la perennidad y el buen funcionamiento de la instalación.

Los ventiladores representan una solución eficaz, simple de instalar y de mantener, y además económica, al problema de la elevación de temperatura de los cuadros eléctricos.

Gracias a su grado de protección IP, pueden ser utilizados tanto en ambientes industriales como en oficinas y locales comerciales.

Refrigerar

Grupos de climatización

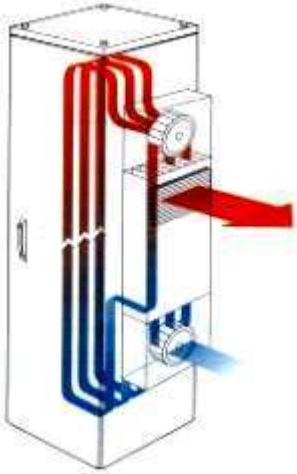


Los grupos de climatización pueden ser utilizados en ambientes más severos en los que la temperatura puede alcanzar hasta 55 ºC. Estos equipos son particularmente indicados cuando la temperatura deseada en el armario deba ser inferior a la temperatura ambiente o cuando la cantidad de calor que haya que evacuar sea importante. Como en el caso de los intercambiadores, no modifican el IP del cuadro.

El filtro colocado en la entrada del circuito de aire exterior les permite funcionar incluso cuando el aire exterior les permite funcionar incluso cuando el aire ambiente está cargado de polvo o de partículas de aceite. Fácilmente sustituible este dispositivo garantiza el mantenimiento de las prestaciones del equipo a lo largo de su vida útil.

Los grupo de climatización integran la función de regulación de la temperatura del armario así como la de señalización de cualquier anomalía de funcionamiento mediante un dispositivo de alarma.

Intercambiadores aire/aire



Los intercambiadores aire/aire son aparatos que unen rendimiento y simplicidad: el aire caliente del armario y frío del ambiente, movidos por dos ventiladores, circulan por una parte y otra de las paredes de separación herméticas impidiendo la penetración de polvo y de humedad en el armario. El aire caliente del cuadro calienta dichas paredes que a su vez se refrigera mediante el aire frío del exterior. La transferencia de calor se produce siempre de la zona más cálida a la zona más fría, razón por la cual estos aparatos sólo pueden utilizarse si la temperatura ambiental es inferior (por lo menos 5 ºC) a la interior deseada.

La batería de intercambio construida en aluminio constituye el corazón del sistema. Este elemento puede limpiarse al ser fácilmente desmontable. Además el funcionamiento permanente del ventilador del circuito interno permite evitar cualquier punto caliente en el cuadro eléctrico. La regulación de la temperatura se realiza por medio de la puesta en marcha o la interrupción del ventilador del circuito externo.

Intercambiadores aire/agua

Los intercambiadores aire/agua funcionan según el mismo principio que los intercambiadores aire/aire, en este caso, el aire frío exterior es sustituido por el agua fría suministrada por las propias tuberías de la instalación del emplazamiento industrial. Este cambio de fluido permite evacuar cantidades de calor mucho mayores y bajar la temperatura en el interior del cuadre eléctrico por debajo de la temperatura del medio ambiente.

La regulación de la temperatura en el cuadro se realiza modulando el caudal de agua.

El circuito de agua está protegido mediante un dispositivo de corte de alimentación: la instalación eléctrica está segura.

Calentar

Resistencias calefactoras

Las resistencias calefactoras pueden ser utilizadas para dos razones:

- Calentar el cuadro eléctrico cuando la temperatura ambiente sea demasiado baja para el buen funcionamiento de los componentes.

- Evitar la formación de agua de condensación.

El segundo fenómeno puede motivar cortocircuitos, la oxidación prematura de los contactos, la corrosión de las piezas metálicas y en particular de la envolvente, la reducción sensible del tiempo de vida de los componentes eléctricos y electrónicos.

La condensación se produce cuando la temperatura cae rápidamente por debajo de la temperatura del punto de rocío; para evitarlo basta con mantener la temperatura en el interior de la envolvente algunos grados por encima de a del medio ambiente.

Determinación del tipo de refrigerador a utilizar.

Ta = Temperatura Ambiente

Td = Temperatura Deseada

NOTA: La Temperatura Deseada en la mayoría de los casos para el interior de un armario eléctrico ronda entre los 35 y 40Cº con una humedad relativa (HR) del 30 a 90%. Lógicamente esta temperatura variará en función del tipo de materiales que vallan a ubicar dentro del armario.

Airear, Ventilar -→ Si Ta < Td

Grupo de climatización -→ Se puede usar en ambos casos pues no depende de la temperatura ambiente.

Intercambiadores aire/aire -→ Si Ta < Td

Intercambiadores aire/agua -→ Se puede usar en ambos casos pues no depende de la temperatura ambiente.

Calentar -→ Si Ta < Td

Dispositivos para el accionamiento;

Actualmente en el mercado para el accionamiento tanto de los ventiladores como de la resistencia calefactora, existen los siguientes dispositivos:

Termostatos:

- Con 1 contacto NC:
  Este termostato está con los contactos normalmente cerrados (NC) para controlar la interrupción de una resistencia calefactora cuando la temperatura rebase el valor visualizado y previamente determinado.
  Se recomienda muy especialmente este dispositivo para evitar una subida brusca de la temperatura interior del cuadro durante los periodos cálidos permitiendo alargar sensiblemente el tiempo de vida de las resistencias.

- Con 1 contacto NA:
  Este termostato está con los contactos normalmente abiertos (NA) para controlar el funcionamiento de un ventilador cuando la temperatura rebase el valor visualizado y previamente determinado.
  Este dispositivo permite regular la temperatura interior del cuadro haciendo funcionar únicamente el ventilador cuando es necesario introducir aire frío en su interior, permitiendo aumentar el tiempo de vida del motor del ventilador y un menor deterioro de los filtros.

- Con 1 contacto CONMUTADO:
  Este termostato está con los contactos conmutados para controlar el funcionamiento de un ventilador o una resistencia calefactora cuando la temperatura rebase el valor visualizado y previamente determinado.
  Este dispositivo permite regular la temperatura interior del cuadro haciendo funcionar una resistencia o un ventilador.

Higrómetro:

- Este dispositivo mide independientemente la temperatura y la humedad en el interior del cuadro, cuando uno u otro de los valores limite fijados para estos dos parámetros es rebasado, el dispositivo controlará el funcionamiento de la resistencia calefactora: la temperatura subirá y la humedad relativa HR disminuirá.
- Este dispositivo debe ser instalado preferentemente en la parte superior del armario y a una distancia mínima de 500 mm de la resistencia calefactora.

Higrostato:

- Este dispositivo mide únicamente la humedad en el interior del cuadro.
- Sirve para controlar el funcionamiento de una resistencia cuando la humedad rebasa el valor visualizado y previamente determinado.

Termoventiladores:

- Este dispositivo combina la potencia calorífica de una resistencia con el funcionamiento de un ventilador axial ofreciendo una óptima distribución del calor en el interior del cuadro.

MORTOR ASÍNCRONO TRIFASICO

Los motores asíncronos trifásicos de jaula se encuentran entre los más utilizados para el accionamiento de máquinas. El uso de estos motores se impone en la mayoría de las aplicaciones debido a las ventajas que conllevan: robustez, sencillez de mantenimiento, facilidad de instalación, bajo coste. Es indispensable recordar los principios de funcionamiento y de fabricación de estos motores, así como describir y comparar los principales dispositivos de arranque, regulación de velocidad y frenado que se utilizan con ellos.

Deslizamiento

El par motor sólo puede existir cuando una corriente inducida circula por la espira. Para ello es necesario que exista un movimiento relativo entre los conductores activos y el campo giratorio. Por tanto, la espira debe girar a una velocidad inferior a la de sincronización, lo que explica que un motor eléctrico basado en el principio anteriormente descrito se denomine “motor asíncrono”. La diferencia entre la velocidad de sincronización y la de la espira se denomina “deslizamiento” y se expresa en %. El deslizamiento en régimen estable varía en función de la carga del motor. Su fuerza disminuye o aumenta cuando el motor está subcargado o sobrecargado.

Velocidad de sincronización

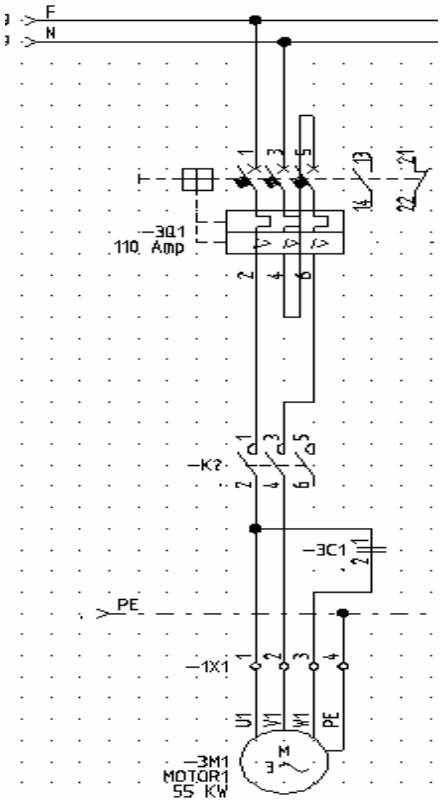
La velocidad de sincronización de los motores asíncronos trifásicos es proporcional a la frecuencia de la corriente de alimentación e inversamente proporcional al número de pares de polos que constituyen el estator.

La siguiente tabla contiene la velocidad de rotación del campo giratorio, o velocidad de sincronización, correspondiente a las frecuencias industriales de 50 Hz y 60 Hz y a la frecuencia de 100 Hz, en base al número de polos.

Número de polos	Velocidad de rotación en rpm		
	50 Hz	60 Hz	100 Hz
2	3000	3600	6000
4	1500	1800	3000
6	1000	1200	2000
8	750	900	1500
10	600	720	1200
12	500	600	1000
16	375	450	750

Estos datos no significan que sea posible aumentar la velocidad de un motor asíncrono alimentándolo a una frecuencia superior a la prevista aunque la tensión esté adaptada. Es conveniente comprobar si su diseño mecánico y eléctrico lo permiten. Teniendo en cuenta el deslizamiento, las velocidades de rotación en carga de los motores asíncronos son ligeramente inferiores a las velocidades de sincronización que figuran en la tabla.

MORTOR ASÍNCRONO TRIFÁSICO ALIMENTACION MONOFASICA "desfase 90º"



En una red trifásica F1 –F2 – F3 van desfasadas 120º entre sí.

Dado que una de las características del condensador en alterna es el desfase en 90º de la tensión respecto la corriente, con este montaje obtenemos tres fases, desfasadas 120º la primera respecto la segunda y 90º respecto la tercera.

Cabe destacar que el rendimiento del motor en este conexionado no es el nominal, sino que lo decrementamos considerablemente.

MORTOR ASÍNCRONO MONOFASICO

El motor asíncrono monofásico, menos utilizado que su homólogo trifásico, desempeña un papel nada despreciable en las aplicaciones de baja potencia. A igualdad de potencia, es más voluminoso que un motor trifásico. Por otra parte, tanto su rendimiento como su coseno son mucho más débiles que en el caso del motor trifásico y varían considerablemente en función de la potencia y del fabricante.

El motor monofásico, al igual que el trifásico, consta de dos partes:
El estator
Incluye un número par de polos y sus bobinados están conectados a la red de alimentación.
El rotor
En la mayoría de los casos es de jaula.

Se compone de dos devanados uno de arranque y otro de marcha.

Generalmente nos encontramos con 2 bobinados el los cuales internamente están unidos los puntos 2 y 4 quedando visible de cara al instalador 3 puntos de conexión.
En aquellos casos el los cuales nos encontremos 4 puntos de conexión, significa que internamente no existe puente entre un extremo y obro de las bobinas.

MODOS DE ARRANQUE

Los motores monofásicos no pueden arrancar solos. Por tanto, se emplean diferentes técnicas para su arranque.

Arranque por fase auxiliar y condensador.
Es el dispositivo más utilizado. Consiste en situar un condensador en la fase auxiliar.

El condensador provoca un desfase inverso al de una inductancia. Por tanto, el funcionamiento durante el período de arranque y la marcha normal es muy similar al de un motor bifásico de campo giratorio.

INVERSIÓN DEL GIRO

Para invertir el giro, en los que los devanados están separados simplemente cambiar en la bobina de menor ohn la línea por el neutro.

Cambiando L para la borna 1 o 3 hacemos que el condensador desfase respecto a una u otra bobina del motor, provocando de este modo el giro en un sentido u otro.

GIRO HORARIO

GIRO ANTI HORARIO

CHEKEO DE MOTOR AVERIADO

Mediciones de resistencia por fase.

Motores 4 Polos 1500 r.p.m

POTENCIA	R. A MEDIR ENTRE FASES	R.ENTRE FASE Y TIERRA
MOTOR : **ABB 4KW**	R. ENTRE DEVANADOS: **2.630 ohn**	R.AISLAMIENTO: **> 140 M ohn**
MOTOR : **ABB 3KW**	R. ENTRE DEVANADOS: **3.516 ohn**	R.AISLAMIENTO: **> 140 M ohn**
MOTOR : **ABB 2.2KW**	R. ENTRE DEVANADOS: **5.49 ohn**	R.AISLAMIENTO: **> 140 M ohn**
MOTOR : **ABB 1.5KW**	R. ENTRE DEVANADOS: **8.064 ohn**	R.AISLAMIENTO: **> 140 M ohn**
MOTOR : **ABB 1.1KW**	R. ENTRE DEVANADOS: **13.8 ohn**	R.AISLAMIENTO: **> 140 M ohn**
MOTOR : **ABB 0.75KW**	R. ENTRE DEVANADOS: **13.4 ohn**	R.AISLAMIENTO: **> 100 M ohn**
MOTOR : **SEW 4KW**	R. ENTRE DEVANADOS: **1.31 ohn**	R.AISLAMIENTO: **> 140 M ohn**
MOTOR : **SEW 3KW**	R. ENTRE DEVANADOS: **1.84 ohn**	R.AISLAMIENTO: **> 140 M ohn**

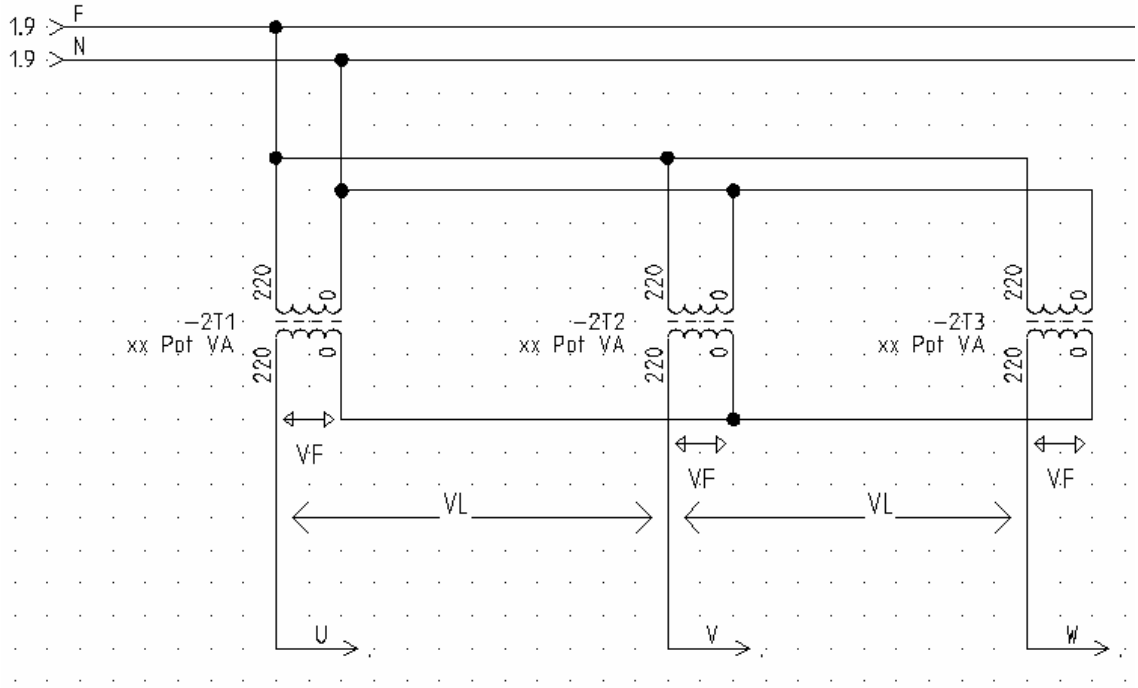
Estos valores son extraídos de las tablas de características de cada fabricante, en este caso ABB y SEW. En ella se observa que a medida que bajamos de potencia, aumenta el valor de la resistencia a medir entre fases, manteniéndose en todos los casos una resistencia de aislamiento entorno a los 100 M ohn.

También se aprecia el no poder generalizar un valor para la resistencia entre fases según la potencia del motor pues observamos como la resistencia de los SEW de 3 y 4 KW difieren considerablemente respecto a ABB.

GENERACIÓN DE TRIFÁSICA "con desfase 120º" PARTIENDO DE MONOFASICA

CABLEADO

Conexión triangulo – triangulo.



VF = Tensión de Fase.

VL = Tensión de Línea.

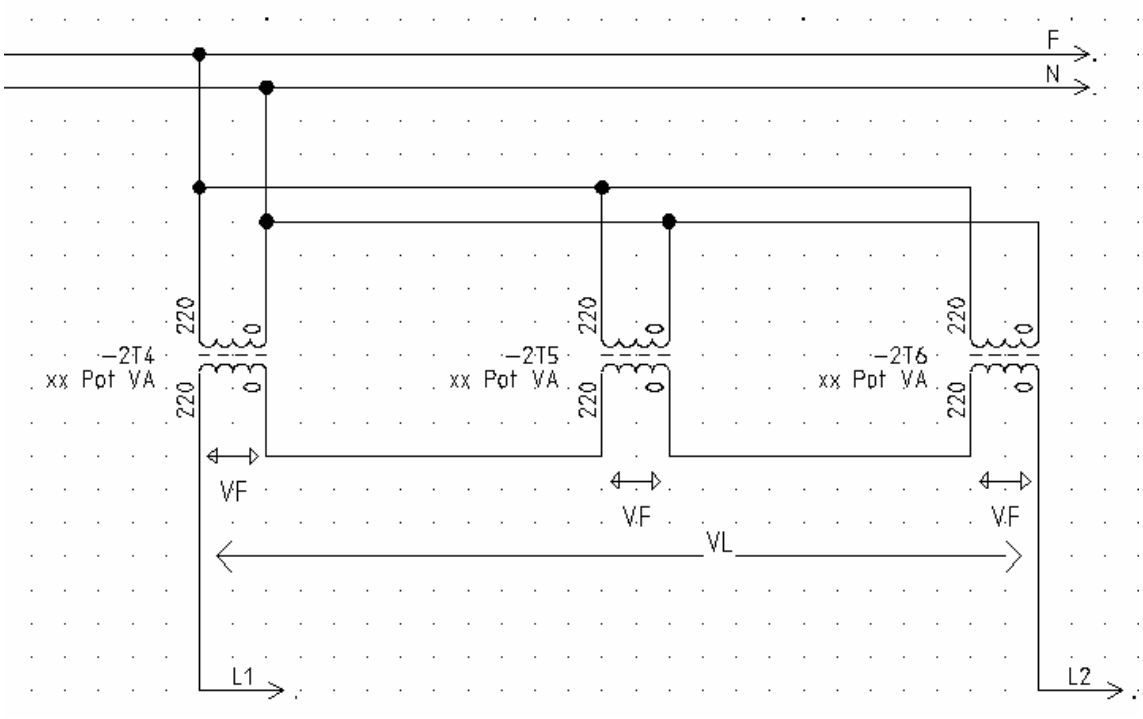
VL = VF * Raiz de 3 ====➔> **VL = 220 * 1.732 = 381.05**

De este modo de una instalación monobásica obtendremos una tensión trifásica de aproximadamente 380 V, con desfase de 120º entre fases, limitada lógicamente a la potencia de los 3 trafos que la generan.

GENERACIÓN DE MONOFASICA A 660V PARTIENDO DE 220V MONOFASICA

CABLEADO

Conexión similar al ejemplo anterior pero jugando con los secundarios.



VF = Tensión de Fase.

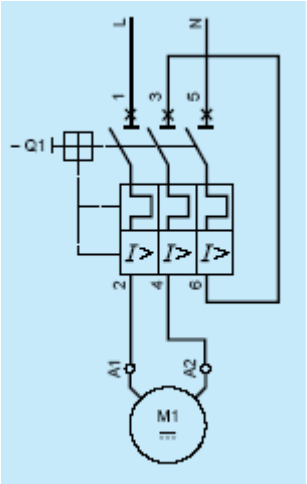
VL = Tensión de Línea.

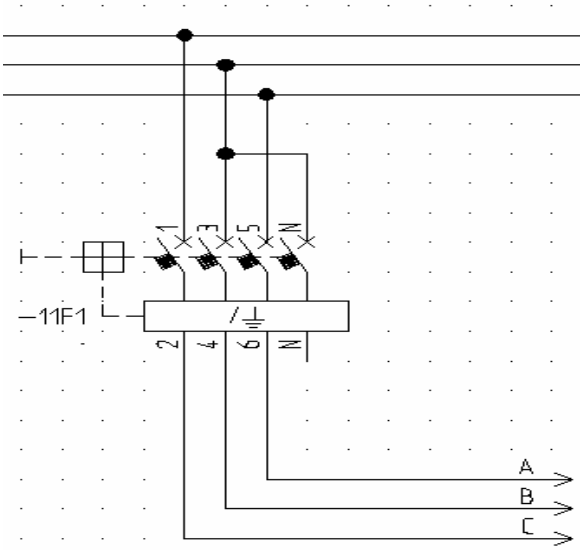
VL = VF + VF + VF ====➔> **VL = 220 + 220 + 220 = 660**

De este modo de una instalación monofásica obtendremos una tensión monofásica de aproximadamente 660 V, imitada de igual modo por la potencia de los 3 trafos que la generan.

PROTECCIÓN MONOFASICA CON APARAMENTA TRIFÁSICA

EJEMPLOS DE CONEXIONADO





PARÁMETRIZACIÓN BÁSICA EN VARIADORES OMRON

Ejemplos de programación

Previa la posterior parametrización, realizar el modo **Autotuning** para lo cual; Ajustar **T1-02** "Potencia salida del motor" **T1-04** "Corriente nominal del motor" Pulsar tecla **RUN** del operador digital.		**CIMRE7 / 3G3PV** YASKAWA - OMRON	
NUMERO PARAMETRO	**VALOR ACTUAL**	**NUMERO PARAMETRO**	**VALOR ACTUAL**
A1-00	**5**	**H2-02**	**6**
B1-04	**1**	**L3-04**	**2**
B1-12	**1**	**L6-01**	**2**
B3-14	**0**	**L6-02**	**100**

C1-01	15	L6-03	0s
C1-02	15	O1-01	51
D2-02	10	O1-03	1870* vel eje máxima
E1-01	400	O1-06	1
E1-04	100	O1-07	3
E1-05	400	O1-08	2
E1-06	50	O2-01	0
E2-01	*Amp. Nominal	O2-02	0
F6-05	0	O2-08	1
H1-01	14	O3-02	1
H1-02	F		
H1-03	F		
H1-04	F		
H1-05	F		
H2-01	B		

3G3MV
OMRON

NUMERO PARAMETRO	VALOR ACTUAL	NUMERO PARAMETRO	VALOR ACTUAL
N001	4	N054	12

N002	0	N055	13
N003	1	N056	14
N004	2	N057	0
N011	100	N059	1
N013	50	N177	1
N016	1.2		
N019	1.5		
N020	1.2		
N021	1.5		
N022	1.2		
N025	90		
N036	*Amp. Nominal		
N038	1		
N050	1		
N051	2		
N052	6		
N053	5		

3G3JV
OMRON

NUMERO PARAMETRO	VALOR ACTUAL	NUMERO PARAMETRO	VALOR ACTUAL

N01	1		
N02	1		
N03	1		
N14	0		
N16	0.6		
N17	0.4		
N21	49.15		
N23	20		
N32	*Amp. Nominal		
N36	2		
N37	7		
N38	7		
N39	5		
N40	0		

DISPOSITIVOS Y MEDICIONES AGUAS-ABAJO DE UN REGULADOR DE FRECUENCIA

Ante la conexión de protecciones aguas abajo de un variador de frecuencia, debemos tener las siguientes consideraciones de actuación:

Fusible si actúan ante corto circuito

Reles térmicos Vi-Metal tipo LRD de telemecanique si actúan ante un sobrecalentamiento térmico del motor.

Disyuntores magnéticos, Disyuntores magneto térmicos, PÍA , y de mas apararamenta que chekea de forma magnética el campo de corriente, no actúan correctamente aguas debajo de un regulador de frecuencia.

NOTA: lo mismo pasa con la mayoría de los polímetros de gama media – baja del mercado. No es posible hacer mediciones de consumo ni tensión, a la salida de un variador pues independientemente de que pueda estar a frecuencia distinta de 50Hz el tipo de señal que genera a su salida no es senosoide si no que oscila de forma pulsante.

PRINCIPIOS DE SEGURIDAD EN AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

EN 954 Seguridad de la máquina – Componentes de los sistemas de control relativos a la seguridad. Describe la reducción de riesgos necesaria al diseñar y construir los componentes relativos a la seguridad de dispositivos y sistemas de control. Las categorías representan una clasificación del sistema de control con respecto a su capacidad de tolerancia de fallos y su comportamiento en caso de avería.

Categoría B
Los componentes de los sistemas de control relativos a la seguridad, sus dispositivos y componentes se diseñarán, fabricarán, seleccionarán, montarán y combinarán según lo estipulado en la normativa europea pertinente, de tal modo que toleren los problemas previsibles.
Categoría 1
Se aplicarán los requisitos de la categoría B. Se utilizarán componentes y principios de seguridad completamente verificados.
Al producirse una avería se puede producir una pérdida de seguridad, pero la probabilidad de que se produzca es menor que en la categoría B.
Categoría 2
Se aplicarán los requisitos de la categoría B. Se utilizarán componentes y principios de seguridad bien comprobados. La función de seguridad deberá ser comprobada a intervalos adecuados por el sistema de control de la máquina.
La existencia de una avería puede conllevar la pérdida de seguridad entre dos verificaciones.

Al realizar la verificación se detecta la pérdida de seguridad.
Categoría 3
Se aplicarán los requisitos de la categoría B. Se utilizarán componentes y principios de seguridad bien comprobados. Los componentes relativos a la seguridad se diseñarán de tal modo que:
Una sola avería en cualquiera de estos componentes no supondrá una pérdida de la seguridad.
La avería se detectará siempre que ello sea razonablemente práctico.
Categoría 4
Se aplicarán los requisitos de la categoría B. Se utilizarán componentes y principios de seguridad bien comprobados. Los componentes relativos a la seguridad se diseñarán de tal modo que:
Una sola avería en cualquiera de estos componentes no supondrá una pérdida de la seguridad.
La avería se detecta antes de o durante la próxima petición de la función de seguridad; o bien, si ello no es posible, una acumulación de fallos no conduce a la pérdida de la función de seguridad.

A continuación se mencionan los diversos tipos de "parada" por emergencia, con una pequeña explicación de las normas y modos de funcionamiento a tener en cuenta.
Se distinguirán cuatro grandes grupos:

** Aplicaciones de parada de emergencia.*

** Enclavamiento y control de puertas.*

** Controles a dos manos.*

** Barreras ópticas.*

Aplicación de muting
La función de muting es una *suspensión automática y temporal de una función de seguridad por parte de componentes del sistema de control relacionados con la seguridad*, tal y como se describe en la normativa EN954-1 (Componentes de los sistemas de control relativos a la seguridad).
La aplicación de muting se utiliza a menudo en combinación con sensores de seguridad fotoeléctricos (ESPE, como, por ejemplo, barreras ópticas de seguridad). A continuación se enumeran los requisitos generales para este tipo de dispositivos, según la normativa EN61496-1:
- Cuando la función de muting se activa, las salidas de seguridad pasan al estado ON, al igual que cuando el ESPE se activa.
- La función de muting se activa cuando una secuencia predefinida de al menos dos señales alcanza la unidad de control de muting. Las señales se generan desde dos o más sensores de muting (p. ej. sensores fotoeléctricos, finales de carrera o sensores de proximidad) ubicados cerca del dispositivo ESPE y activados al pasar el objeto.
- Se iluminará al menos un indicador cuando el dispositivo ESPE se encuentre en estado de muting. El indicador debe verse desde cualquier lugar cercano a la zona de peligro.
- Cualquier error en las entradas de muting o en el indicador, así como en la secuencia de señales deberá ser señalado y se evitará el estado de muting.

La función de muting es esencial en el ciclo automático de una planta donde algunos elementos de una máquina, o cualquier otro elemento como, por ejemplo, palés, requieren atravesar la barrera óptica sin detener la planta.
Una de sus aplicaciones más habituales se encuentra en las máquinas transportadoras de palés. El palé puede atravesar la zona controlada mediante la barrera óptica mientras que el acceso de una persona supone parar la planta inmediatamente.

NORMALIZACION PARA DOCUMENTACIÓN ELECTROTECNICA

Actualmente existen varias normas vigentes en las que se especifica la forma de preparar la documentación electrotécnica. Estas normas fomentan los símbolos gráficos y las reglas numéricas o alfanuméricas que deben utilizarse para identificar los aparatos, diseñar los esquemas y montar los cuadros o equipos eléctricos.
El uso de las normas internacionales elimina todo riesgo de confusión y facilita el estudio, la puesta en servicio y el mantenimiento de las instalaciones.

Representación normalizada de esquemas eléctricos normas internacionales básicas.

IEC 61082: PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN USADA EN ELECTROTECNIA.

o **IEC 61082-1 (diciembre de 1991): Parte 1:** requerimientos generales

o **IEC 61082-2 (diciembre de 1993): Parte 2:** orientación de las funciones en los esquemas.

o **IEC 61082-3 (diciembre de 1993): Parte 3:** Esquemas, tablas y listas de conexiones.

o **IEC 61082-4 (marzo de 1996): Parte 4:** Documentos de localización e instalación.

EN/IEC 61346 SIMBOLOS GRAFICOS PARA ESQUEMAS

Esta norma está compuesta de 13 partes e incluye una descripción gráfica de todos los símbolos de esquemas electrotécnicos y de instalación así como los métodos organizados usados dentro de los sistemas electrotécnicos, incluyendo un resumen de varias aplicaciones tales como; función (=), emplazamiento (+) y los códigos de letras.

o **EN 61346-1:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 1:Información general, índice general, tablas de referencia cruzadas.

o **EN 61346-2:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicaciones generales.

o **EN 61346-3:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión.

o **EN 61346-4:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 4: Componentes pasivos básicos..

o **EN 61346-5:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 5: Semiconductores y tubos electrónicos.

o **EN61346-6:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.

o **EN 61346-7:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparatos de medida y dispositivos de control y protección.

o **EN 61346-8:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización.

o **EN 61346-9:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 9: Telecomunicaciones: Equipos de conmutación y periféricos.

o **EN 61346-10:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 10: Telecomunicaciones: Transmisión.

o **EN 61346-11:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 11: Esquemas y planos de instalaciones arquitectónicas y topográficas.

o **EN 61346-12:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 12: Elementos lógicos binarios.

o **EN 61346-13:** Símbolos gráficos para esquemas. Parte 13:Operadores analógicos análogos.

Representación normalizada de esquemas eléctricos normas internacionales especificas.

o ISO 5457: Formatos de hojas.

o IEC 50757: Código para la designación de colores.

o EN 60445 y IEC 60417: Marcaje de terminales y conductores.

o EN/IEC 61666: Identificación de terminales dentro de un sistema.

A continuación, una pequeña recapitulación de algunas de las normas anteriormente citadas.

ISO 5457: Formatos de hojas.

Título	Medida (mm) Altura x anchura
A0	1594 x 1.188
A1	1188 x 841
A2	841 x 594
A3	420 x 297
A4	297 x 210

El formato A3 es el más usado al dibujar esquemas por computador, aunque la impresora de la que dispongo no soporta tal formato, por lo tanto lo realizaré en inyección de tinta con formato A4.

IEC 50757: Código para la designación de colores.

Código de Letra	Color
BK	Negro
BN	Marrón
RD	Rojo
OG	Naranja
YE	Amarillo
GN	Verde
BU	Azul (incl. Azul claro)
VT	Violeta (morado)
GY	Gris (teja)
WH	Blanco
PK	Rosa
GD	Dorado
TQ	Turquesa
SR	Plateado

GNYE	Verde-y-amarillo

EN 60445 y IEC 60417: Marcaje de terminales y conductores.

La siguiente tabla sólo se ocupa de ciertos conductores predeterminados.
Incluye, por ejemplo, conductores de corriente 3 AC, conductores de corriente en sistemas DC, conductores Neutros y varios conductores protectores.

Línea 1 L1	U
Línea 2 L2	V
Línea 3 L3	W
Neutro	N
Conductor protector de puesta a tierra	PE
Conductor con toma a tierra funcional	FE
Conductor Blindado de puesta a tierra	FB

Escritura y orientación de la escritura.
"...toda escritura que figure en un documento debe poderse leer en dos orientaciones separadas con un ángulo de 90º, desde los bordes inferior y derecho del documento."

Estructura de la documentación:
"La presentación de la documentación conforme con la estructura normalizada permite subcontratar e informatizar fácilmente las operaciones de mantenimiento. Se admite que los tamaños de los datos relativos a las instalaciones y a los sistemas puedan organizarse mediante estructuras arborescentes que sirvan de base.
La estructura representa el modo en que el proceso o producto se subdivide en procesos o subproductos de menor tamaño. Dependiendo de la finalidad, es posible distinguir estructuras diferentes, por ejemplo una estructura orientada a la función y otra al emplazamiento..."

Lámparas de señalización o de alumbrado:
Si se desea expresar el color o el tipo de las lámparas de señalización o de alumbrado en los esquemas, se representará con las siglas de la siguiente tabla:

Especificación de color	**Especificación de tipo**
Rojo	RD ó C2 Neón Ne
Naranja	OG ó C3 Vapor de sodio Na
Amarillo	YE ó C4 Mercurio Hg
Verde	GN ó C5 Yodo I
Azul	BU ó C6 Electro luminescente EL
Blanco	WH ó C9 Fluorescente FL
Infrarrojo	IR
Ultravioleta	UV

Referenciado de bornas de conexión de los aparatos
Las referencias que se indican son las que figuran en las bornas o en la placa de características del aparato. A cada mando, a cada tipo de contacto, principal, auxiliar instantáneo o temporizado, se le asignan dos referencias alfanuméricas o numéricas propias.

Contactos principales de potencia
La referencia de sus bornas consta de una sola cifra:
-de 1 a 6 en aparatos tripolares
-de 1 a 8 en aparatos tetrapolares

Las cifras impares se sitúan en la parte superior y la progresión se efectúa en sentido descendente y de izquierda a derecha.
Por otra parte, la referencia de los polos ruptores puede ir precedida de la letra "R".

Contactos auxiliares
Las referencias de las bornas de contactos auxiliares constan de dos cifras:

La primera cifra (cifra de las decenas) indica el nº de orden del contacto en el aparato. Dicho número es independiente de la disposición de los contactos en el esquema. El número 9 (y el 0, si es necesario) quedan reservados para los contactos auxiliares de los relés de protección contra sobrecargas (relés térmicos), seguido de la función 5 - 6 ó 7 - 8.

La segunda cifra (cifra de las unidades) indica la función del contacto auxiliar:
1 - 2 = Contacto de apertura (normalmente cerrado, NC)
3 - 4 = Contacto de cierre (normalmente abierto, NA)
5 - 6 = Contacto de apertura (NC) de función especial (temporizado, decalado, de paso, de disparo de un relé de prealarma, etc.)
7 - 8 = Contacto de cierre (NO) de función especial (temporizado, decalado, de paso, de disparo de un relé de prealarma, etc.)

Mandos de control (bobinas)
Las referencias son alfanuméricas. En primer lugar se escribe una letra y a continuación el número de borna.
Para el control de un contactor de una sola bobina = A1 y A2
Para el control de un contactor de dos devanados = A1 y A2 para el 1er devanado y B1 y B2 para el segundo devanado.

Referenciado de bornas de los borneros
Se deben separar las bornas de conexión en grupos de bornas tal que como mínimo queden dos grupos; uno para los circuitos de control y otro grupo para los circuitos de potencia. Cada grupo de bornas (denominado regletero) se identificará con un nombre distinto con un código alfanumérico cuya primera letra siempre será 'X' seguida por un número identificador del grupo (Ej.: X1, X2, X3, etc.).

circuitos de control
En cada grupo de bornas, la numeración es creciente de izquierda a derecha y desde 1 hasta 'n'. Por norma, no se debe referenciar la borna con el mismo número que el hilo conectado en ella (a menos que coincidan por ircunstancias de la serie de numeración de los hilos).
Ejemplo:
Regletero X1: nº de bornas = 1,2,3,4,5,6,7,8,.... n
Regletero X2: nº de bornas = 1,2,3,4,5,6,7,8,.....n

circuitos de potencia
De conformidad con las últimas publicaciones internacionales, se utiliza el siguiente referenciado:
- Alimentación tetrapolar: L1 - L2 - L3 - N - PE (3 fases, neutro y tierra)
- Alimentación tripolar: L1 - L2 - L3 - PE (3 fases y tierra)
- Alimentación monofásica simple: L - N - PE (fase, neutro y tierra)
- Alimentación monofásica compuesta: L1 - L2 - PE (2 fases y tierra)
- Salidas a motores trifásicos: U - V - W - (PE)* ó K - L - M - (PE)*
- Salidas a motores monofásicos: U - V - (PE)* ó K - L - (PE)*
- Salidas a resistencias: A - B - C, etc.

* (PE) solo si procede por el sistema de conexión de tierra empleado.
Así, una serie ejemplo de numeración de un regletero de potencia podría ser:
L1-L2-L3-N-PE-U1-V1-W1-U2-V2-W2-U3-V3-W3-U4-V4-U5-V5-W5-....

SIMBOLOGIA ELECTRICA

Contactos

Contacto "NA" (de cierre)	1 – principal 2 – auxiliar	1 2	Contactos de dos direcciones no solapado (apertura antes de cierre)	
Contacto "NC" (de apertura)	1 – principal 2 – auxiliar	1 2	Contactos de dos direcciones solapado	
Interruptor			Contacto de dos direcciones con posición mediana de apertura	
Seccionador			Contactos presentados en posición accionada	NO NC
Contactor			Contactos de apertura o cierre anticipado. Funcionan antes que los contactos restantes de un mismo conjunto	NO NC
Ruptor			Contactos de apertura o cierre retardado. Funcionan más tarde que los contactos restantes de un mismo conjunto	NO NC
Disyuntor			Contacto de paso con cierre momentáneo al accionamiento de su mando	
Interruptor-seccionador			Contacto de paso con cierre momentáneo al desaccionamiento de su mando	
Interruptor-seccionador de apertura automática			Contactos de cierre de posición mantenida	
Fusible-seccionador			Interruptor de posición	NO NC
			Contactos de cierre o apertura temporizados al accionamiento	NO NC
			Contactos de cierre o apertura temporizados al desaccionamiento	NO NC
			Interruptor de posición de apertura, de maniobra de apertura positiva	-S1 21 22

Mandos de control

Mando electromagnético Símbolo general	A1 A2
Mando electromagnético Contactor auxiliar	– KA1 A1 A2
Mando electromagnético Contactor	– KM1 A1 A2
Mando electromagnético de 2 devanados	– KA1 A1 A2 B1 B2
Mando electromagnético de puesta en trabajo retardada	– KA1 A1 A2
Mando electromagnético de puesta en reposo retardada	– KA1 A1 A2
Mando electromagnético de un relé de remanencia	– KA1 A1 A2
Mando electromagnético de enclavamiento mecánico	– KA1 A1 A2
Mando electromagnético de un relé polarizado	– KA1 A1 A2
Mando electromagnético de un relé intermitente	– KA1 A1 A2
Mando electromagnético de un relé por impulsos	– KA1 A1 A2 *
Mando electromagnético de accionamiento y desaccionamiento retardados	– KA1 A1 A2
Bobina de relé RH temporizado en reposo	B2 A1 A2 – KA1
Bobina de relé RH de impulso en desactivación	B2 A1 A2 – KA1
Bobina de electroválvula	– KA1 A1 A2

Organos de medida

Relé de medida o dispositivo emparentado Símbolo general	
Relé de sobreintensidad de efecto magnético	– F1
Relé de sobreintensidad de efecto térmico	– F1
Relé de máxima corriente	– F1
Relé de mínima tensión	– F1
Relé de falta de tensión	– F1
Dispositivo accionado por frecuencia	– F1
Dispositivo accionado por el nivel de un fluido	– S1
Dispositivo accionado por un número de sucesos	– S1
Dispositivo accionado por un caudal	– S1
Dispositivo accionado por la presión	– B1

Mandos mecánicos

1 Enlace mecánico (forma 1) 2 Enlace mecánico (forma 2)	1 2
Dispositivo de retención	
Dispositivo de retención en toma	
Dispositivo de retención liberado	
Retorno automático	
Retorno no automático	
Retorno no automático en toma	
Enclavamiento mecánico	
Dispositivo de bloqueo	
Dispositivo de bloqueo activado, movimiento hacia la izquierda bloqueado	
Mando mecánico manual de pulsador (retorno automático)	-S1
Mando mecánico manual de tirador (retorno automático)	-S1
Mando mecánico manual rotativo (de desenganche)	-S1
Mando mecánico manual "de seta"	-S1
Mando mecánico manual de volante	-S1
Mando mecánico manual de pedal	-S1

Mando mecánico manual de palanca	-S1
Mando mecánico manual de palanca con maneta	-S1
Mando mecánico manual de llave	-S1
Mando mecánico manual de manivela	-S1
Enganche de pulsador de desenganche automático	-S1 *
Mando de roldana	-S1
Mando de leva y roldana	-S1
Control mediante motor eléctrico	M
Control por acumulación de energía mecánica	-S1
Control por reloj eléctrico	-S1
Acoplamiento mecánico sin embrague	
Acoplamiento mecánico con embrague	
Traslación: 1 derecha, 2 izquierda, 3 en ambos sentidos	1 2 3
Rotación: 1-2 unidireccional, en el sentido de la flecha, 3 en ambos sentidos	1 2 3
Rotación limitada en ambos sentidos	
Mecanismo de desactivación libre	

Mandos eléctricos

Mando por efecto de proximidad	-S1
Mando por roce	-S1
Dispositivo sensible a la proximidad, controlado por la aproximación de un imán	
Dispositivo sensible a la proximidad, controlado por la aproximación del hierro	Fe

Materiales y otros elementos

Cortocircuito fusible	-F
Cortocircuito fusible con percutor	-F
Diodo	-V
Rectificador en acoplamiento de doble vía (Puente rectificador) Símbolo desarrollado – Símbolo simplificado	
Tiristor	-V
Transistor NPN	-V
Condensador	-C
Elemento de pila o de acumulador	-G
Resistencia	-R
Shunt	
Inductancia	-L
Potenciómetro	-R
Resistencia dependiente de la tensión: varistancia	-R U
Resistencia dependiente de la temperatura: termistancia	-R T
Fotorresistencia	
Fotodiodo	

Materiales y otros elementos

Transformador de tensión		Válvula	
Autotransformador		Electroválvula	
Transformador de corriente		Contador de impulsos	
Chispómetro		Contador sensible al roce	
Pararrayos		Contador sensible a la proximidad	
Arrancador de motor Símbolo general		Detector de proximidad inductivo	
Arrancador estrella-triángulo		Detector de proximidad capacitivo	
Aparato indicador Símbolo general		Detector fotoeléctrico	
Amperímetro			
Aparato grabador Símbolo general		Convertidor (símbolo general)	
Amperímetro grabador			
Contador Símbolo general			
Contador de amperios-hora			
Freno Símbolo general			
Freno apretado			
Freno aflojado			

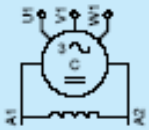
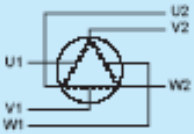
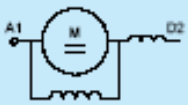
Señalización

Lampara de señalización o de alumbrado (1)	
Dispositivo luminoso intermitente (1)	
Avisador acústico	
Timbre	
Sirena	
Zumbador	

Bornas y conexiones

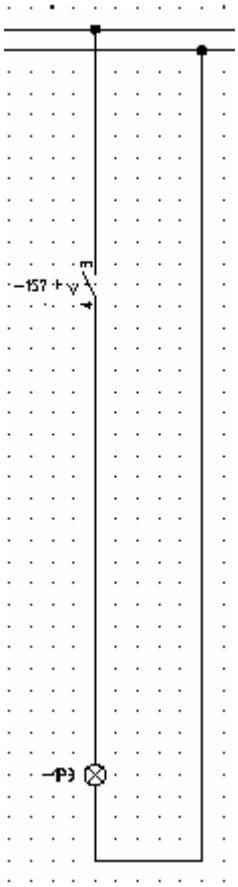
Derivación		
Derivación doble		
Cruce sin conexión		
Borna		
Puente de bornas, ejemplo con referencias de bornas		11 12 13 14
Puente de bornas, ejemplo con referencias de bornas		
Conexión por contacto deslizante		
Clavija	1 – Mando 2 – Potencia	1 2
Toma	1 – Mando 2 – Potencia	1 2
Clavija y toma	1 – Mando 2 – Potencia	1 2
Conjunto de conectores Partes fija y variable acopladas		

Máquinas eléctricas giratorias

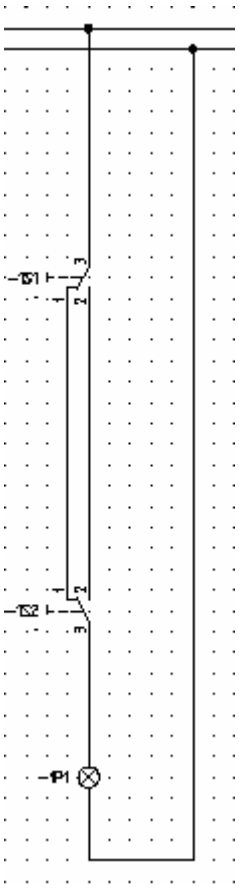
Motor asíncrono trifásico, de rotor en cortocircuito		Generador de corriente alterna	
Motor asíncrono monofásico		Generador de corriente continua	
Motor asíncrono de dos devanados estátor separados (motor de dos velocidades)		Conmutador (trifásico / continuo) de excitación en derivación	
Motor asíncrono con seis bornas de salida (acoplamiento estrella-triángulo)		Motor de corriente continua de excitación separada	
Motor asíncrono de acoplamiento de polos (motor de dos velocidades)		Motor de corriente continua de excitación en serie	
Motor asíncrono trifásico, rotor de anillos		Motor de corriente continua de excitación compuesta	
Motor de imán permanente			
Motor asíncrono equipado con sondas de termistancia			

Ejemplo de Circuitos Eléctricos Básicos

INTERRUPTOR SIMPLE



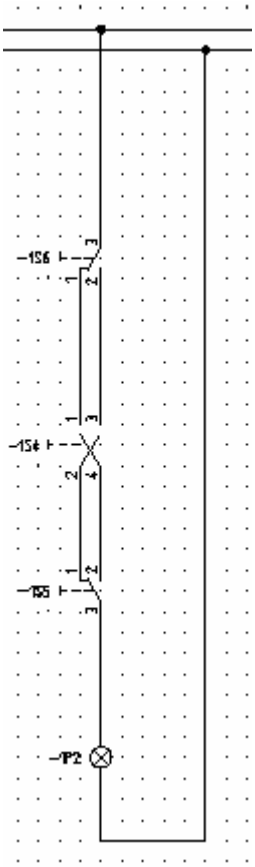
INTERRUPTOR CONMUTADO



INTERRUPTOR DE CRUCE

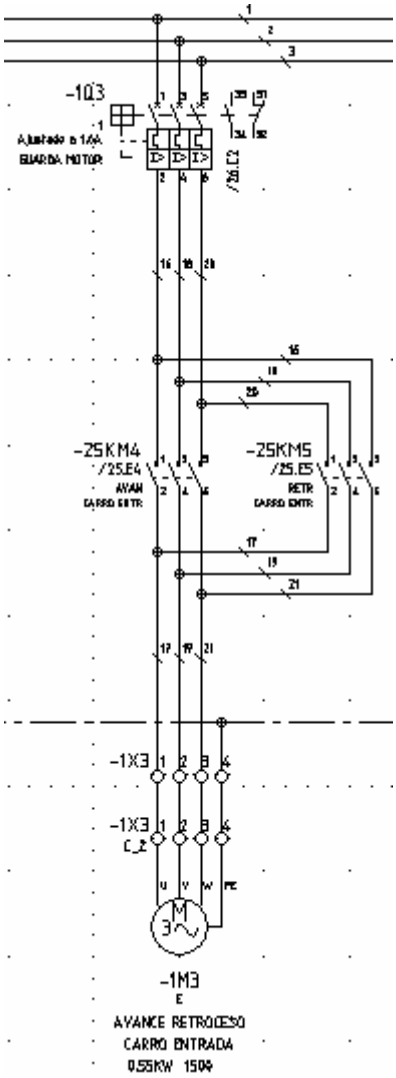
Podríamos intercalar tantos puntos intermedios

Como –1S4 como quisiéramos entre –1S5 y-1S6



ARRANCADOR INVERSOR MOTOR

Al accionar uno u otro contactor, se varia el sentido de giro del motor debido al cambio de fase



ARRANQUE DIRECTO

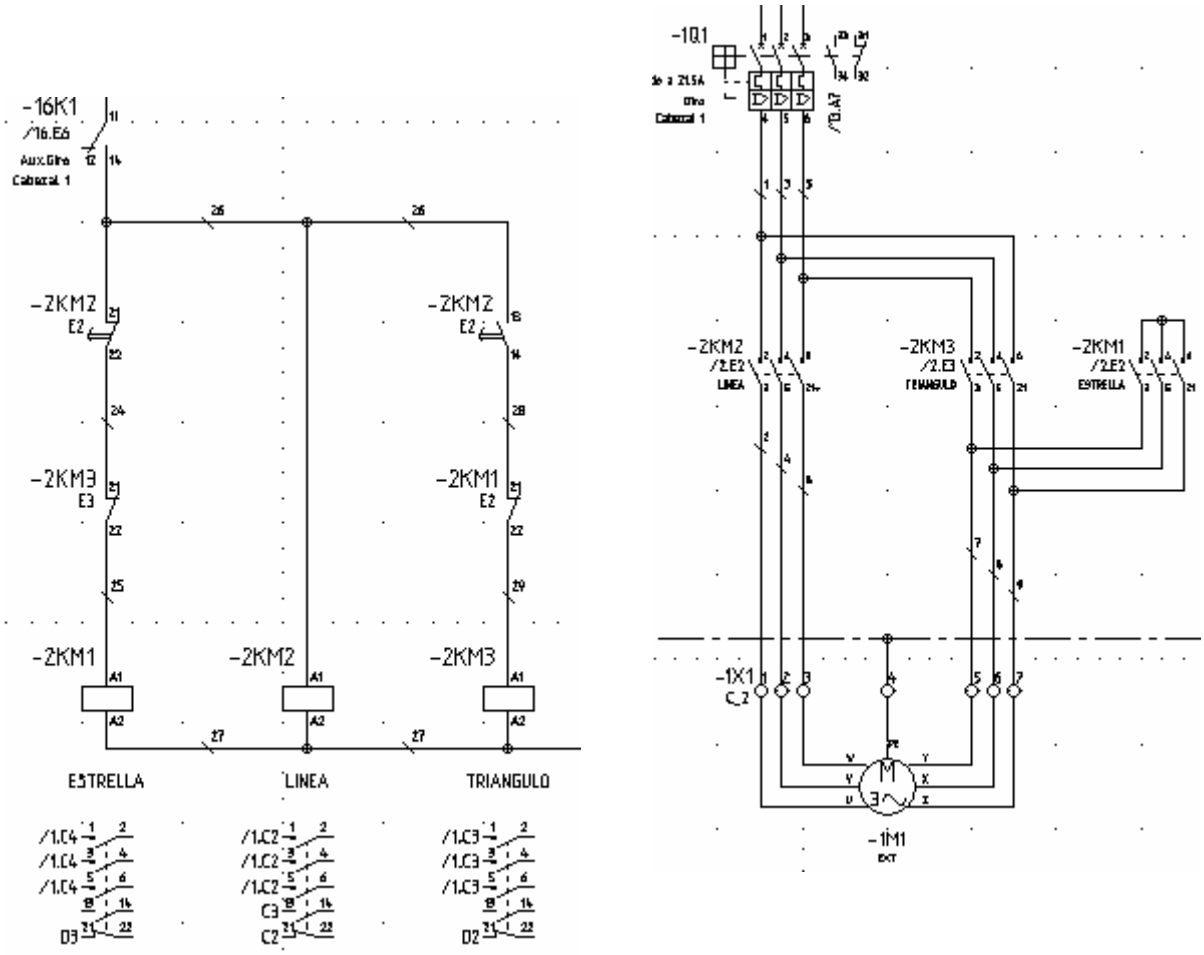
Se trata del modo de arranque más sencillo en el que el estator se acopla directamente a la red. El motor se basa en sus características naturales para arrancar. En el momento de la puesta bajo tensión, el motor actúa como un transformador cuyo secundario, formado por la jaula muy poco resistente del rotor, está en cortocircuito. La corriente inducida en el rotor es importante. La corriente primaria y la secundaria son prácticamente proporcionales. Por tanto, se obtiene una punta de corriente importante en la red:

I arranque = 5 a 8 I nominal.

El par de arranque medio es:
C arranque = 0,5 a 1,5 C nominal.

Normalmente este tipo de arranque se emplea en motores hasta 5.5KW potencia a partir de la cual se tiende al arranque estrella triangulo, debido precisamente a los picos de arranque produce el motor, pudiendo en algunos casos provocar caída en el trafo de alimentación general de la instalación..

ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO



ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO
Sólo es posible utilizar este modo de arranque en motores en los que las dos extremidades de cada uno de los tres devanados estatóricos vuelvan a la placa de bornas. Por otra parte, el bobinado debe realizarse de manera que;

el acoplamiento en triángulo corresponda con la tensión de la red

por ejemplo, en el caso de una red trifásica de 380 V, es preciso utilizar un motor bobinado a 380 V en triángulo y 660 V en estrella. Para un una red de 220V, es preciso un motor bobinado a 220 en triangulo y 380 en estrella.

El principio consiste en arrancar el motor acoplando los devanados en estrella a la tensión de la red, lo que equivale a dividir la tensión nominal del motor en estrella por 3 (por ejemplo si la tensión de la red 380 V = 660 V / 3).

La punta de corriente durante el arranque se divide por 3.

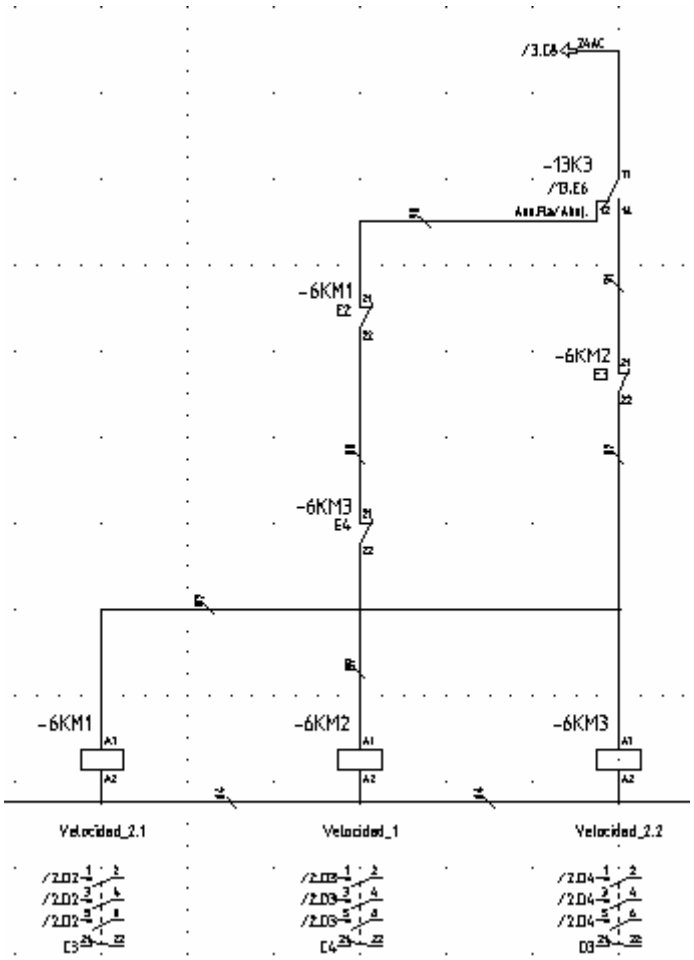
Un motor de 380 V/660 V acoplado en estrella a su tensión nominal de 660 V absorbe una corriente 3 veces menor que si se acopla en triángulo a 380 V.
El par de arranque se divide igualmente por 3, ya que es proporcional al cuadrado de la tensión de alimentación:

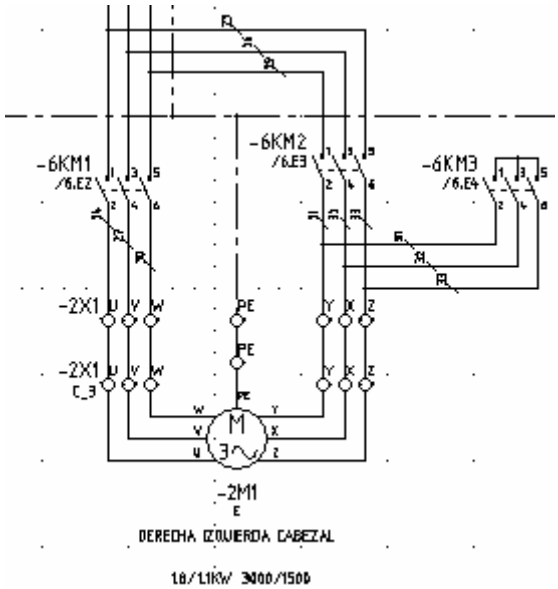
La velocidad del motor se estabiliza cuando se equilibran el par del motor y el par resistente, normalmente entre el 75 y 85% de la velocidad nominal. En ese momento, los devanados se acoplan en triángulo y el motor rinde según sus características naturales. Un temporizador se encarga de controlar la transición del acoplamiento en estrella al acoplamiento en triángulo. El cierre del contactor de triángulo se produce con un retardo de 30 a 50 milisegundos tras la apertura del contactor de estrella, lo que evita un cortocircuito entre fases al no poder encontrarse ambos cerrados al mismo tiempo.

ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO CON INVERSOR

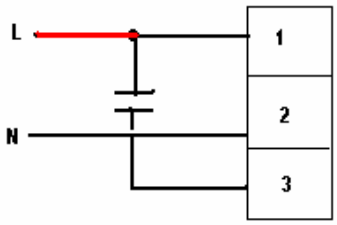
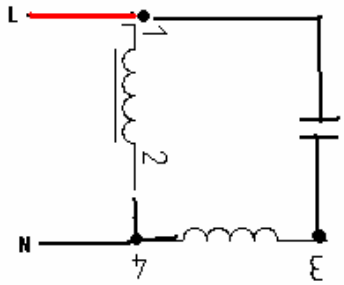
Igual as estrella-triangulo anterior pero con el añadido de dos contactores aguas abajo del –1Q1 para hacer la inversión de fases.

MOTOR 2 VELOCIDADES “DAHLANDER”





ARRANQUE DE MOTOR DE DEVANADOS PARTIDOS
Este tipo de motor está dotado de un devanado estatórico desdoblado en dos devanados paralelos con seis o doce bornas de salida. Equivale a dos “medios motores” de igual potencia..Durante el arranque, un solo “medio motor” se acopla en directo a plena tensión a la red, lo que divide aproximadamente por dos tanto la corriente de arranque como el par. No

obstante, el par es superior al que proporcionaría el arranque estrella-triángulo de un motor de jaula de igual potencia. Al finalizar el arranque, el segundo devanado se acopla a la red. En ese momento, la punta de corriente es débil y de corta duración, ya que el motor no se ha separado de la red de alimentación y su deslizamiento ha pasado a ser débil. Este sistema, poco utilizado en Europa, es muy frecuente en el mercado norteamericano.

ARRANQUE MOTOR MONOFASICO