



Características de fuentes y cargas particulares.



En este capítulo se tratan tipos particulares de fuentes y cargas eléctricas:

- Fuentes de suministro como generadores o inversores.
- Cargas con características especiales, como motores de inducción, circuitos de iluminación o transformadores BT/BT.

Proporciona referencia técnica sobre sus especificidades, cómo esto afecta el tamaño de la instalación eléctrica, en particular cómo seleccionar los cuadros de protección y control relacionados.

Capítulo N - Contenidos

[Protección de un grupo electrógeno de BT y de los circuitos aguas abajo](#)

- [Protección del generador](#)
- [Protección de la red BT aguas abajo](#)
- [Las funciones de vigilancia con un generador.](#)
- [Conexión en paralelo del grupo electrógeno](#)

Unidades de suministro de energía ininterrumpida (UPS)

- [Disponibilidad y calidad de la energía eléctrica.](#)
- [Tipos de UPS estáticos](#)
- [Baterías SAI](#)
- [Disposiciones de puesta a tierra del sistema para instalaciones compuestas por SAI.](#)
- [Elección de esquemas de protección con UPS.](#)
- [Instalación, conexión y dimensionamiento de cables con UPS](#)
- [Los UPS y su entorno](#)
- [Equipos complementarios para UPS](#)

Protección de transformadores BT/BT

Circuitos de iluminación

- [Las diferentes tecnologías de lámparas.](#)
- [Iluminación LED - características](#)
- [Iluminación LED: limitaciones y recomendaciones](#)
- [Lámparas LED: elección del disyuntor](#)
- [Lámparas LED: elección de contactores](#)
- [Iluminación LED exterior](#)
- [Otras tecnologías de lámparas - características](#)
- [Otras tecnologías de lámparas: limitaciones y recomendaciones](#)
- [Otras tecnologías de lámparas: elección de contactores](#)
- [Otras tecnologías de lámparas: elección del disyuntor](#)
- [Iluminación del edificio accesible al público.](#)

motores asíncronos

- [Sistemas de control de motores](#)
- [Funciones de protección del motor](#)
- [Monitoreo de motores](#)
- [Configuraciones de arrancador de motor](#)
- [Coordinación de protección de motores.](#)

- [Esquema básico de protección del motor: disyuntor + contactor + relé térmico](#)
- [Aparatos de conmutación de control y protección \(CPS\)](#)
- [Centro Inteligente de Control de Potencia y Motores \(iPMCC\)](#)
- [Protocolos y arquitecturas de comunicación en iPMCC.](#)

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:49.

Protección de un grupo electrógeno de BT y de los circuitos aguas abajo

Introducción

La mayoría de las instalaciones eléctricas industriales y comerciales de gran tamaño incluyen ciertas cargas importantes para las cuales se debe mantener el suministro de energía, en caso de que falle el suministro eléctrico de la empresa pública:

- Bien porque intervienen sistemas de seguridad (iluminación de emergencia, equipos automáticos de protección contra incendios, ventiladores de dispersión de humos, alarmas y señalización, etc.) o
- Porque se trata de circuitos prioritarios, como determinados equipos, cuya parada supondría una pérdida de producción, o la destrucción de una máquina herramienta, etc.

Una de las formas actuales de mantener el suministro a las cargas denominadas “prioritarias”, en caso de que fallen otras fuentes, es instalar un grupo electrógeno diésel conectado, mediante un conmutador, a un cuadro de reserva de energía de emergencia. , desde donde se alimentan los servicios prioritarios (ver **Fig. N1**).

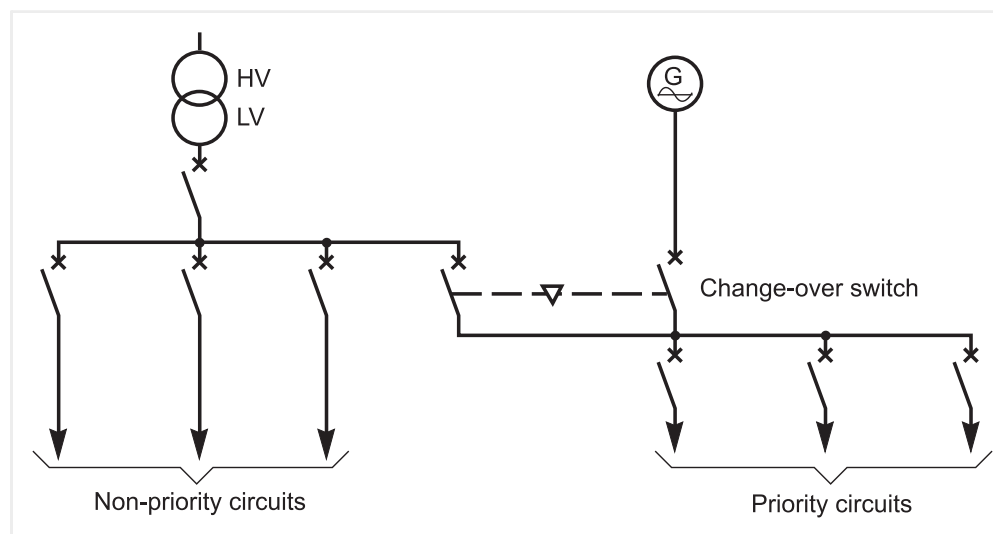
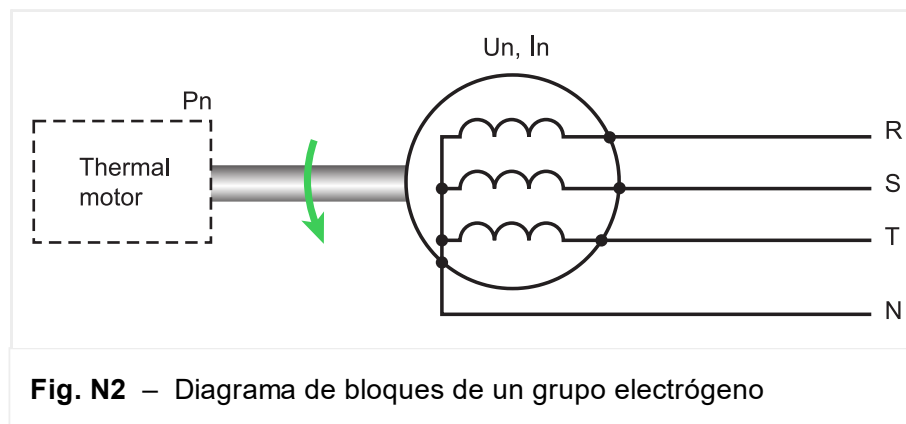


Fig. N1 – Ejemplo de circuitos alimentados desde un transformador o desde un alternador

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:49.

Protección del generador

La Figura N2 a continuación muestra los parámetros de dimensionamiento eléctrico de un grupo electrógeno. P_n , U_n e I_n son, respectivamente, la potencia del motor térmico, la tensión nominal y la corriente nominal del generador.



Protección de sobrecarga

Se debe analizar la curva de protección del generador (ver **Fig. N3**).

Los estándares y requisitos de las aplicaciones también pueden estipular condiciones de sobrecarga específicas. Por ejemplo:

Yo/En	t
1.1	> 1 hora
1.5	30 segundos

Las posibilidades de configuración de los dispositivos de protección contra sobrecargas (o retardo prolongado) seguirán de cerca estos requisitos.

Nota sobre sobrecargas

- Por motivos económicos, el motor térmico de un conjunto de recambio podrá dimensionarse estrictamente para su potencia nominal. Si hay una sobrecarga de potencia activa, el motor diésel se parará. El equilibrio de potencia activa de las cargas prioritarias debe tener esto en cuenta.
- Un conjunto de producción debe poder soportar sobrecargas de funcionamiento:
 - Sobrecarga de una hora
 - Una hora de sobrecarga del 10% cada 12 horas (Prime Power)

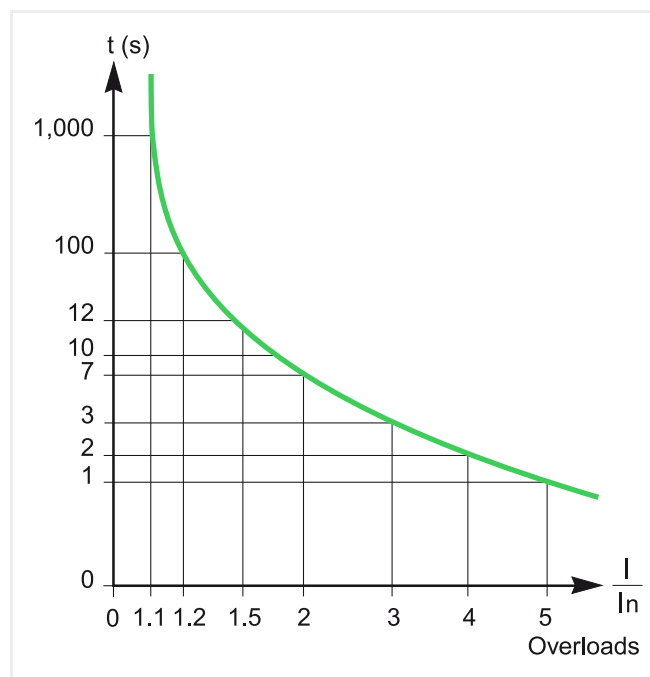


Fig. N3 – Ejemplo de curva de sobrecarga $t = f(I/I_n)$

Protección contra corriente de cortocircuito

Haciendo la corriente de cortocircuito

La corriente de cortocircuito es la suma:

- De una corriente aperiódica
- De una corriente sinusoidal amortiguada

La ecuación de la corriente de cortocircuito muestra que está compuesta por tres fases sucesivas (ver **Fig. N4**).

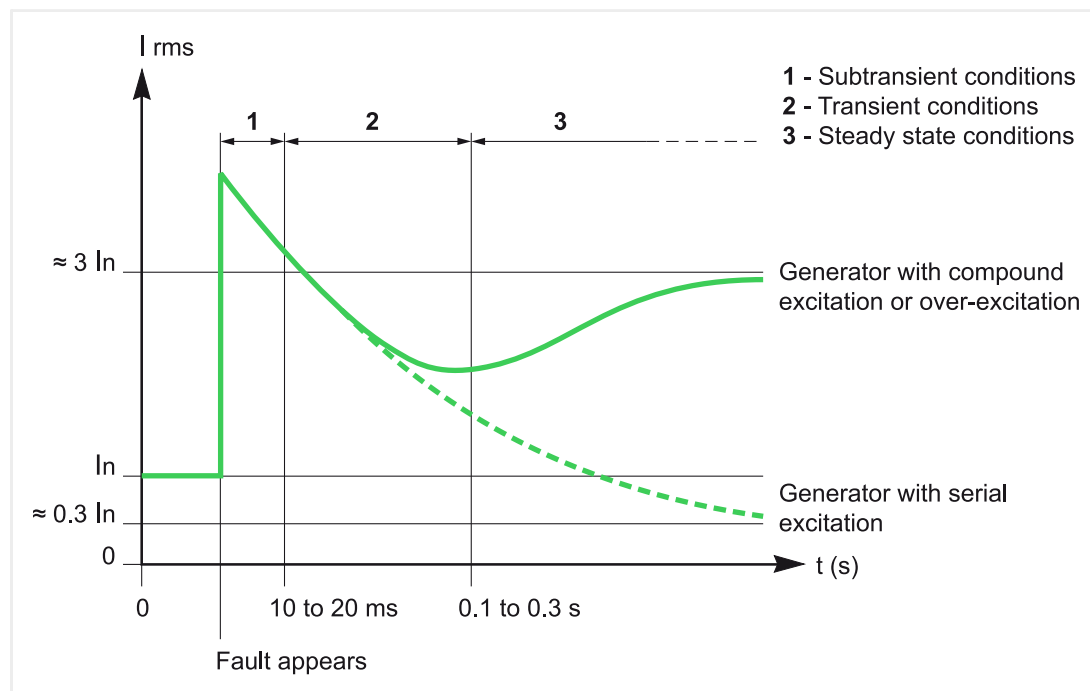


Fig. N4 – Nivel de corriente de cortocircuito durante las 3 fases**Fase subtransitoria**

Cuando aparece un cortocircuito en los terminales de un generador, la corriente primero se genera a un valor relativamente alto de alrededor de 6 a 12 I_n durante el primer ciclo (0 a 20 ms).

La amplitud de la corriente de salida de cortocircuito está definida por tres parámetros:

- La reactancia subtransitoria del generador.
- El nivel de excitación anterior al momento de la falla y
- La impedancia del circuito defectuoso.

La impedancia de cortocircuito del generador a considerar es la reactancia subtransitoria x_d'' expresado en % por el fabricante. El valor típico es del 10 al 15%.

Determinamos la impedancia de cortocircuito subtransitoria del generador:

$$X_d''(\text{ohms}) = \frac{U_n^2 \cdot x_d''}{100 S}$$

dónde

$$S = \sqrt{3} U_n I_n$$

Fase transitoria

La fase transitoria se sitúa entre 100 y 500 ms después del momento de la falta. A partir del valor de la corriente de falla del período subtransitorio, la corriente cae de 1,5 a 2 veces la corriente I_n .

La impedancia de cortocircuito a considerar para este período es la reactancia transitoria x_d' expresada en % por el fabricante. El valor típico es del 20 al 30%.

Fase de estado estacionario

El estado estable ocurre después de 500 ms. Cuando la falla persiste, el voltaje de salida colapsa y la regulación del excitador busca elevar este voltaje de salida. El resultado es una corriente de cortocircuito sostenida y estabilizada:

- Si la excitación del generador no aumenta durante un cortocircuito (sin sobreexcitación de campo) pero se mantiene en el nivel anterior a la falla, la corriente se estabiliza en un valor dado por la reactancia síncrona X_d del generador. El valor típico de x_d es superior al 200%. En consecuencia, la corriente final será menor que la corriente a plena carga del generador, normalmente alrededor de $0,5 I_n$.
- Si el generador está equipado con excitación de campo máxima (anulación de campo) o con excitación compuesta, el voltaje de “sobretensión” de excitación hará que la corriente de falla aumente durante 10 segundos, normalmente de 2 a 3 veces la corriente de carga completa del generador.

Calcular la corriente de cortocircuito

Los fabricantes normalmente especifican los valores de impedancia y las constantes de tiempo necesarios para el análisis del funcionamiento en condiciones transitorias o de estado estable (ver **Fig. N5**).

Fig. N5 – Ejemplo de tabla de impedancia (en %)

(kVA)	75	200	400	800	1.600	2.500
x''_d	10.5	10.4	12.9	10.5	18.8	19.1
x	21	15.6	19.4	18	33,8	30.2
x_{dd}	280	291	358	280	404	292

Las resistencias son siempre insignificantes en comparación con las reactancias. Los parámetros para el estudio de la corriente de cortocircuito son:

- Valor de la corriente de cortocircuito en los terminales del generador.

La amplitud de la corriente de cortocircuito en condiciones transitorias según CLC/TR 50480 ^[1] es:

$$I_{sc3} = \frac{U_n}{X'_d} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \quad (X'_d \text{ en ohmios})$$

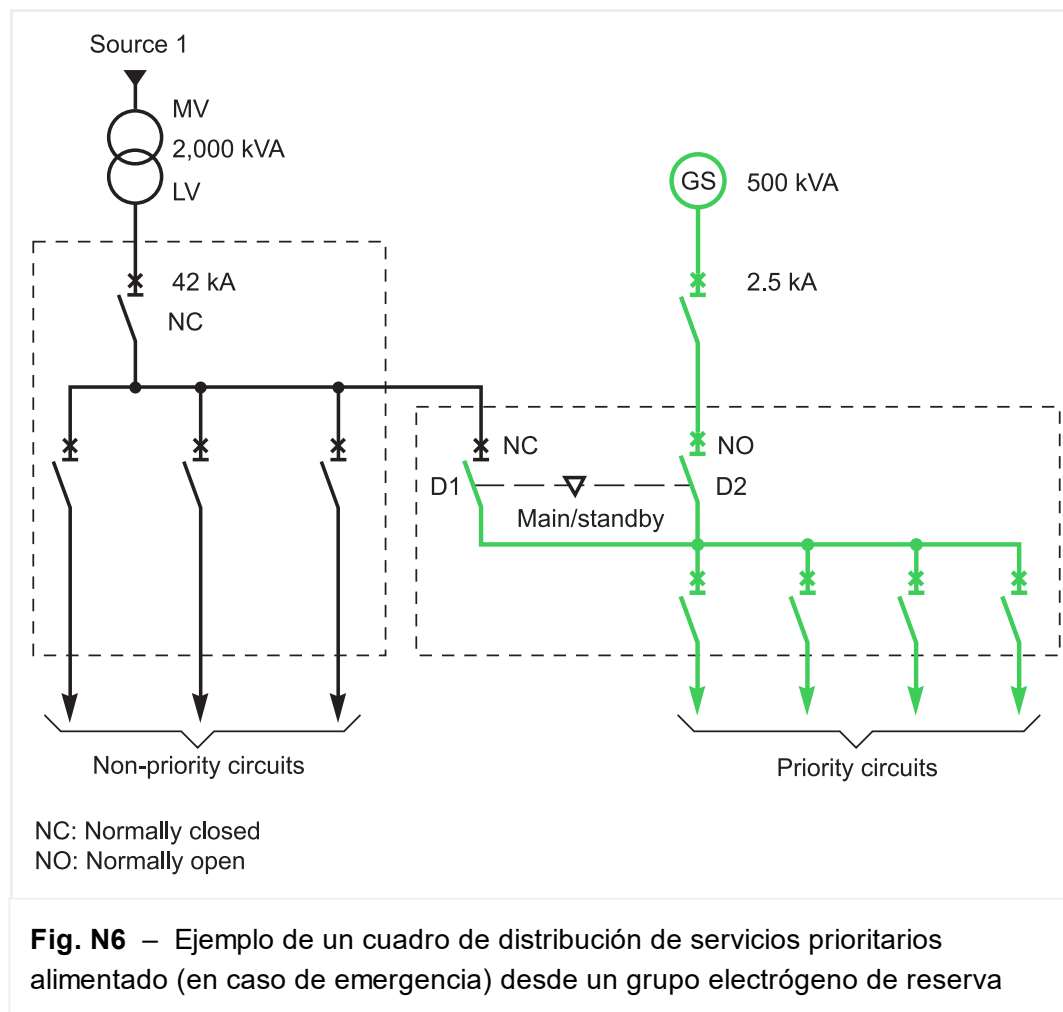
o

$$I_{sc3} = \frac{I_n}{x'_d} \cdot 100 \quad (x'_d \text{ en } \%)$$

U_n es la tensión de salida entre fases del generador.

Nota : Este valor se puede comparar con la corriente de cortocircuito en los terminales de un transformador. Así, para la misma potencia, las corrientes en caso de cortocircuito cerca de un generador serán de 5 a 6 veces más débiles que las que pueden ocurrir con un transformador (fuente principal).

Esta diferencia se acentúa aún más por el hecho de que la potencia del grupo electrógeno normalmente es menor que la del transformador (ver **Fig. N6**).



Cuando la red BT es alimentada por la fuente principal 1 de 2.000 kVA, la corriente de cortocircuito es de 42 kA en el embarrado del cuadro principal BT. Cuando la red BT es alimentada por la Fuente de Reemplazo 2 de 500 kVA con reactancia transitoria del 30%, la corriente de cortocircuito se realiza a aprox. 2,5 kA, es decir, a un valor 16 veces más débil que con la fuente principal.

Notas

1. El informe técnico europeo CLC/TR 50480 "Determinación de la sección transversal de conductores y selección de dispositivos de protección" propone este tipo de cálculo para el dimensionamiento y protección de cables según IEC 60364-4-43.
Tenga en cuenta que se debe seleccionar el método correcto de acuerdo con el objetivo del cálculo: estimación del primer pico para la resistencia electrodinámica o capacidad de cierre, valor eficaz del primer período para la capacidad de corte del dispositivo de protección contra sobrecorriente, corriente de estado estacionario para el cálculo mínimo de falla a tierra...

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:48.



Protección de la red BT aguas abajo

Protección de circuito prioritario

Elección de la capacidad de ruptura

Esto debe comprobarse sistemáticamente con las características de la fuente principal (transformador MT/BT).

Configuración de la corriente de disparo con retardo de tiempo corto (STD)

- Cuadros de subdistribución

Los valores nominales de los dispositivos de protección de los circuitos de subdistribución y distribución final son siempre inferiores a la corriente nominal del generador. En consecuencia, salvo casos especiales, las condiciones son las mismas que para la alimentación por transformador.
- Cuadro principal de BT
 - El tamaño de los dispositivos de protección del alimentador principal suele ser similar al del grupo electrógeno. La configuración del STD debe tener en cuenta la característica de cortocircuito del grupo electrógeno (consulte “Protección de corriente de cortocircuito” antes)
 - Se debe garantizar la selectividad de los dispositivos de protección en las líneas prioritarias durante el funcionamiento del grupo electrógeno (incluso puede ser obligatoria para las líneas de seguridad). Es necesario verificar el correcto escalonamiento del ajuste STD de los dispositivos de protección de los alimentadores principales con el de los dispositivos de protección de la subdistribución aguas abajo (normalmente ajustados para circuitos de distribución a 10 In).

Nota : Cuando se utiliza el grupo electrógeno, el uso de un dispositivo de corriente residual de baja sensibilidad permite gestionar el fallo de aislamiento y garantiza una selectividad muy sencilla.

seguridad de las personas

En los sistemas de puesta a tierra IT ($2^{\text{o defecto}}$) y TN, la protección de las personas contra contactos indirectos se proporciona mediante la protección STD de los interruptores automáticos. Se debe asegurar su funcionamiento en caso de avería, tanto si la instalación se alimenta de la fuente principal (Transformador) como de la fuente de sustitución (grupo electrógeno).

Calcular la corriente de fallo de aislamiento

Reactancia de secuencia cero formulada como % de U_0 por el fabricante x'_0 . El valor típico es del 8%.

La corriente de cortocircuito monofásica fase-neutro viene dada por:

$$I_f = \frac{U_n \sqrt{3}}{2 X'_d + X'_0}$$

La corriente de falla de aislamiento en el sistema TN es ligeramente mayor que la corriente de falla trifásica. Por ejemplo, en caso de un fallo de aislamiento en el sistema del ejemplo anterior, la corriente de fallo de aislamiento es igual a 3 kA.

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:49.



Las funciones de vigilancia con un generador.

Debido a las características específicas del generador y su regulación, se deben monitorear los parámetros de operación adecuados del grupo electrógeno cuando se implementan cargas especiales.

El comportamiento del generador es diferente al del transformador:

- La potencia activa que suministra está optimizada para un factor de potencia = 0,8
- Con un factor de potencia inferior a 0,8, el generador puede, mediante una mayor excitación, suministrar parte de la potencia reactiva.

Batería de condensadores

Un generador sin carga conectado a un banco de condensadores puede autoexcitarse, aumentando en consecuencia su sobretensión.

Por lo tanto, es necesario desconectar las baterías de condensadores utilizadas para la regulación del factor de potencia. Esta operación se puede realizar enviando la consigna de parada al regulador (si está conectado al sistema que gestiona las maniobras de la fuente) o abriendo el disyuntor que alimenta los condensadores.

Si los condensadores siguen siendo necesarios, no utilice en este caso la regulación del relé del factor de potencia (ajuste incorrecto y demasiado lento).

Reinicio del motor y reaceleración.

Un generador puede suministrar como máximo en periodo transitorio una corriente de entre 3 y 5 veces su corriente nominal.

Un motor absorbe aproximadamente $6 I_n$ durante 2 a 20 s durante el arranque.

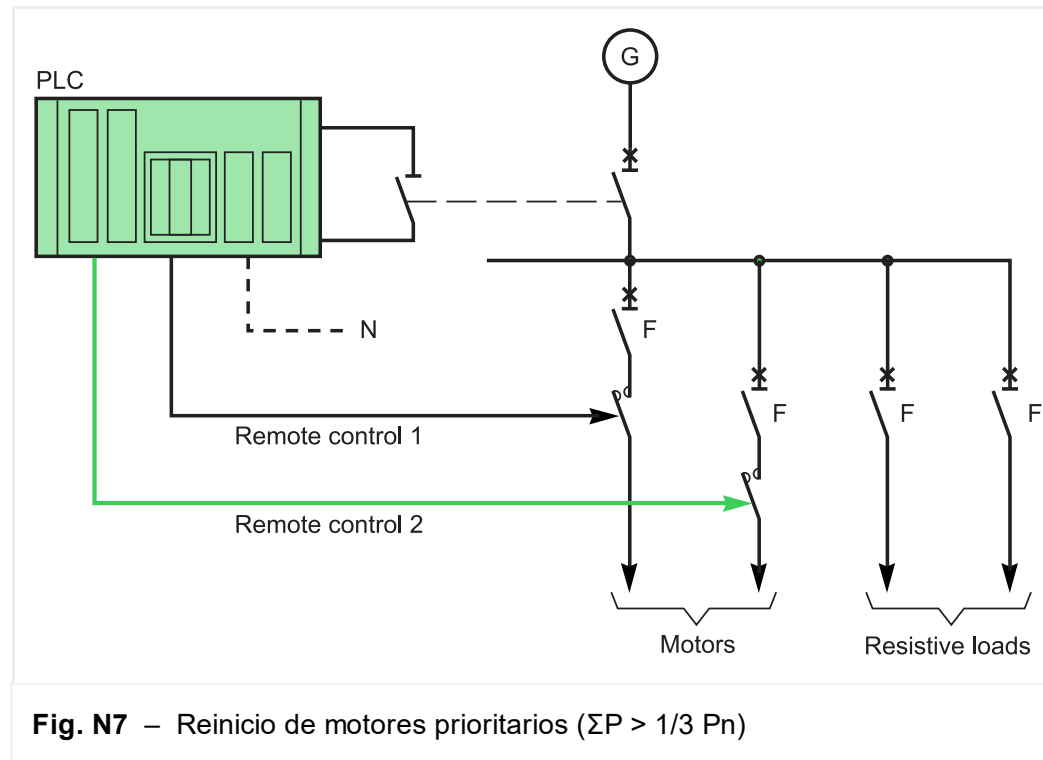
Si la suma de las potencias del motor es alta, el arranque simultáneo de las cargas genera una corriente de arranque elevada que puede ser perjudicial. Se producirá una gran caída de tensión, debido al alto valor de las reactancias transitorias y subtransitorias del generador (20% a 30%), con un riesgo de:

- No arranque de motores.
- Aumento de temperatura relacionado con el tiempo de arranque prolongado debido a la caída de tensión
- Disparo de los dispositivos de protección térmica.

Además, toda la red y los actuadores se ven perturbados por la caída de tensión.

Solicitud

(ver **figura N7**)



Un generador alimenta un conjunto de motores.

Características del generador: $S_n = 130 \text{ kVA}$ con un factor de potencia de 0,8, $U_n = 500 \text{ V}$

$E_n = 150 \text{ A}$

$x'd = 20\%$ (por ejemplo), por lo tanto $I_{sc} = 750 \text{ A}$.

- Si el $\Sigma P_{motores}$ es de 45 kW (45% de la potencia del generador)

Cálculo de la caída de tensión en el arranque:

$\Sigma P_{motores} = 45 \text{ kW}$, $I_m = 81 \text{ A}$, por lo tanto una corriente de arranque $I_d = 480 \text{ A}$ durante 2 a 20 s.

Caída de tensión en la barra colectora para arranque simultáneo del motor:

$$\frac{\Delta U}{U} = \left(\frac{I_d - I_n}{I_{sc} - I_n} \right) \cdot 100 \text{ in } \%$$

$\Delta U = 55\%$

lo cual no es tolerable para los motores (fallo en el arranque).

- Si el $\Sigma P_{motores}$ es de 20 kW (20% de la potencia del generador)

Cálculo de la caída de tensión en el arranque:

$\Sigma P_{motores} = 20 \text{ kW}$, $I_m = 35 \text{ A}$, por lo tanto una corriente de arranque $I_d = 210 \text{ A}$ durante 2 a 20 s.

Caída de tensión en la barra colectora:

$$\frac{\Delta U}{U} = \left(\frac{I_d - I_n}{I_{sc} - I_n} \right) \cdot 100 \text{ in } \%$$

$\Delta U = 10\%$

que es alto pero tolerable (dependiendo del tipo de cargas).

Consejos para reiniciar

- Si la P_{max} del motor más grande $> \frac{1}{3} P_n$, se debe instalar un arrancador suave en este motor
- Si $\Sigma P_{motores} > \frac{1}{3} P_n$, el re arranque en cascada del motor debe ser gestionado por un PLC

- Si $\Sigma P_{\text{motores}} > \frac{1}{3} P_n$, no hay problemas de reinicio

Cargas no lineales: ejemplo de un SAI

Cargas no lineales

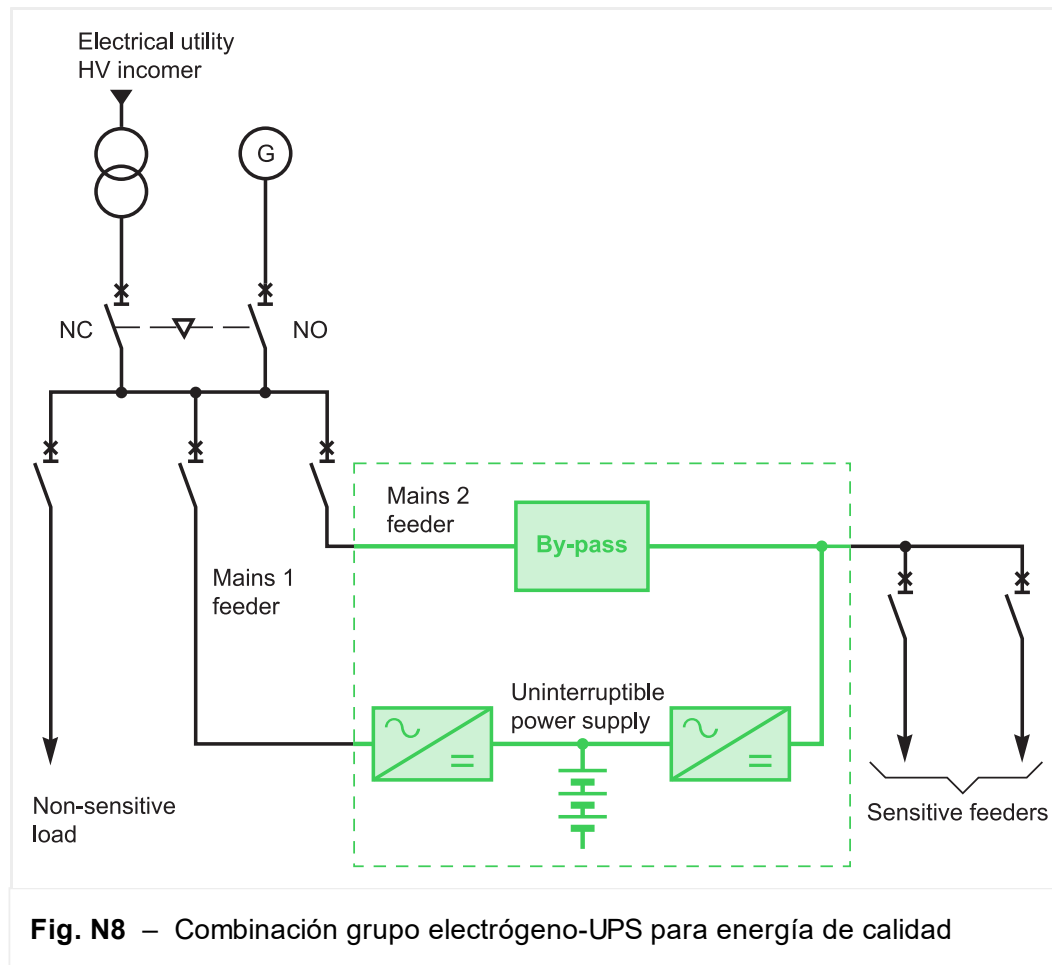
Estos son principalmente:

- Circuitos magnéticos saturados
- Lámparas de descarga, luces fluorescentes.
- Convertidores electrónicos
- Equipos de Tecnologías de la Información: PC, computadoras, etc.

Estas cargas generan corrientes armónicas: suministradas por un grupo electrógeno, esto puede crear una distorsión de alto voltaje debido a la baja potencia de cortocircuito del generador.

Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS)

(ver **figura N8**)



La combinación de SAI y grupo electrógeno es la mejor solución para garantizar un suministro eléctrico de calidad y con una larga autonomía para el suministro de cargas sensibles.

También es una carga no lineal debido al rectificador de entrada. En conmutación de fuente, la autonomía del SAI en batería debe permitir el arranque y conexión del Grupo Generador.

energía del SAI

La potencia de entrada del UPS debe permitir:

- Potencia nominal de las cargas aguas abajo. Esta es la suma de las potencias aparentes P_a absorbidas por cada aplicación. Además, para no sobredimensionar la instalación, se deben considerar las capacidades de sobrecarga a nivel del SAI (por ejemplo: 1,5 I_n durante 1 minuto y 1,25 I_n durante 10 minutos)
- La potencia necesaria para recargar la batería: Esta corriente es proporcional a la autonomía necesaria para una determinada potencia. El dimensionamiento S_r de un SAI viene dado por: $S_r = 1,17 \times P_n$

La Figura N9 define las corrientes de arranque y los dispositivos de protección para alimentar el rectificador (Red 1) y la red de reserva (Red 2).

Fig. N9 – Corriente de arranque para alimentar el rectificador y la red de reserva

Potencia nominal	Valor actual (A) Red 1 con batería 3Ph	Aplicación red 2 o 3Ph
P_n (kVA)	400V-I1	400 V - UI
40	86	60,5
60	123	91
80	158	121
100	198	151
120	240	182
160	317	243
200	395	304
250	493	360
300	590	456
400	793	608
500	990	760
600	1.180	912
800	1.648	1.215

Combinación de grupo electrógeno/UPS

- Reinicio del rectificador en un grupo electrógeno

El rectificador UPS puede equiparse con un arranque progresivo del cargador para evitar tomas de corriente dañinas cuando el suministro de la instalación cambia al Grupo Generador (ver **Fig. N10**).

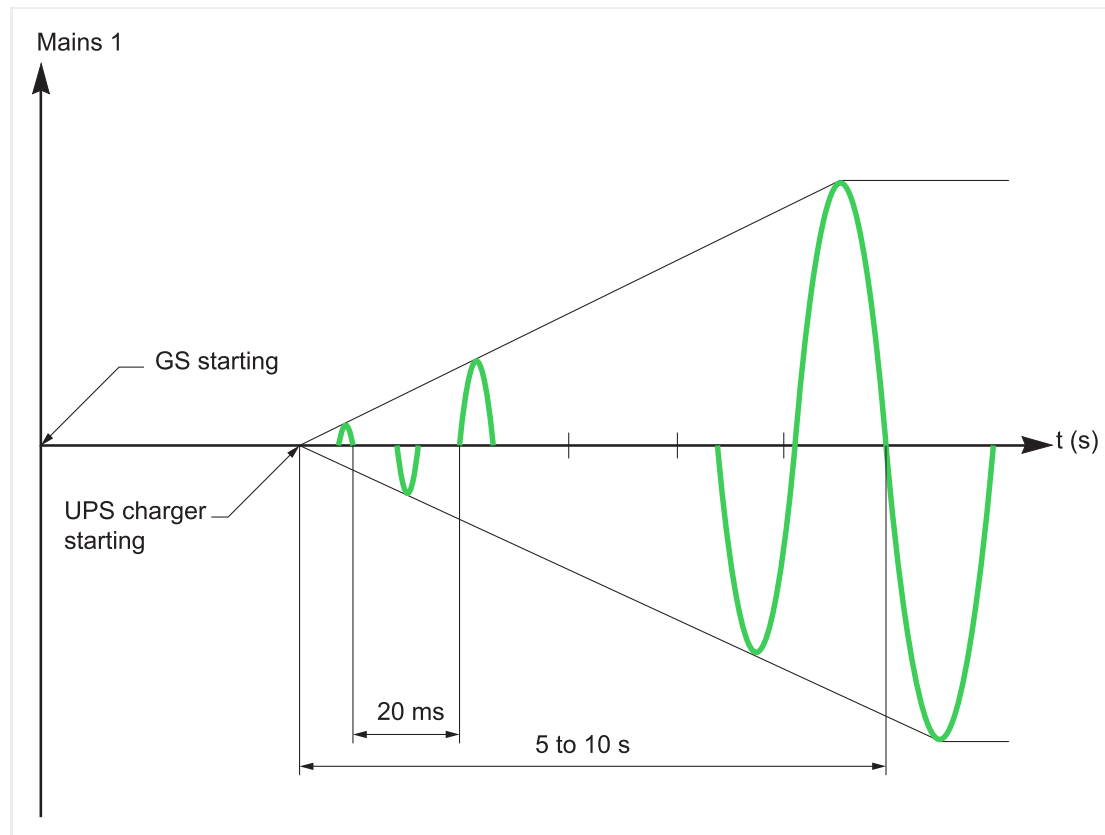


Fig. N10 – Arranque progresivo de un rectificador UPS tipo 2

- Armónicos y distorsión de voltaje.

La distorsión de tensión total τ se define por:

$$\tau(\%) = \frac{\sqrt{\sum U_h^2}}{U_1}$$

donde U_h es la tensión armónica de orden h .

Este valor depende de:

- Las corrientes armónicas generadas por el rectificador (proporcionales a la potencia S_r del rectificador)
- La reactancia subtransitoria longitudinal X''_d del generador.
- La potencia S_g del generador.

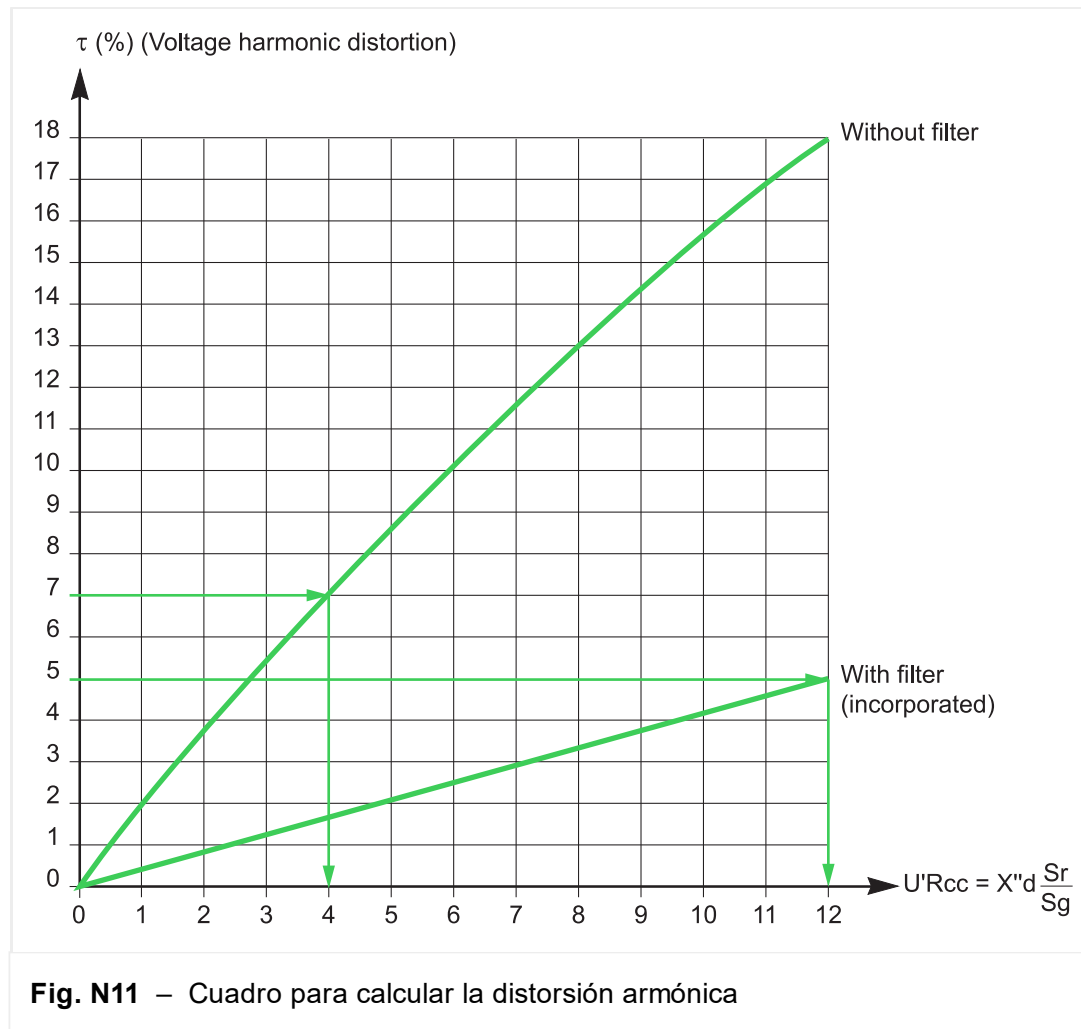
Definimos $U'_{Rcc}(\%) = X''_d \frac{S_r}{S_g}$ la tensión de cortocircuito relativa del generador, llevada a la potencia del rectificador, es decir, $t = f(U'_{Rcc})$.

Nota 1 : Como la reactancia subtransitoria es grande, la distorsión armónica es normalmente demasiado alta en comparación con el valor tolerado (7 a 8%) para un dimensionamiento económico razonable del generador: el uso de un filtro adecuado es una solución adecuada y rentable.

Nota 2 : La distorsión armónica no es perjudicial para el rectificador pero puede serlo para las demás cargas alimentadas en paralelo con el rectificador.

Solicitud

Se utiliza un gráfico para encontrar la distorsión τ en función de U'_{Rcc} (ver **Fig. N11**).



El cuadro da:

- O τ en función de $U'R_{cc}$
- O $U'R_{cc}$ en función de τ

A partir del cual se determina el tamaño del grupo electrógeno, S_g .

Ejemplo: dimensionamiento del generador

- UPS de 300 kVA sin filtro, reactancia subtransitoria del 15%

La potencia S_r del rectificador es $S_r = 1,17 \times 300 \text{ kVA} = 351 \text{ kVA}$

Para $\tau < 7\%$, el gráfico da $U'R_{cc} = 4\%$, la potencia S_g es:

$$S_g = 351 \times \frac{15}{4} \approx 1,400 \text{ kVA}$$

- UPS de 300 kVA con filtro, reactancia subtransitoria del 15%

Para $\tau = 5\%$, el cálculo da $U'R_{cc} = 12\%$, la potencia S_g es:

$$S_g = 351 \times \frac{15}{12} \approx 500 \text{ kVA}$$

Nota : Con un transformador aguas arriba de 630 kVA en el SAI de 300 kVA sin filtro se obtendría la relación del 5%.

El resultado es que el funcionamiento del grupo electrógeno debe ser monitoreado continuamente para detectar corrientes armónicas.

Si la distorsión armónica de tensión es demasiado grande, el uso de un filtro en la red es la solución más eficaz para devolverla a valores tolerables por cargas sensibles.

Esta página se editó por última vez el 4 de agosto de 2022 a las 07:38.



Conexión en paralelo del grupo electrógeno

La conexión en paralelo del grupo electrógeno, independientemente del tipo de aplicación (fuente de seguridad, fuente de reemplazo o fuente de producción), requiere una gestión más precisa de la conexión, es decir, funciones de monitoreo adicionales.

Operación paralela

Como los grupos electrógenos generan energía en paralelo sobre la misma carga, deben sincronizarse correctamente (voltaje, frecuencia) y la distribución de la carga debe equilibrarse adecuadamente. Esta función la realiza el regulador de cada Grupo Generador (regulación térmica y de excitación). Los parámetros (frecuencia, tensión) se controlan antes de la conexión: si los valores de estos parámetros son correctos, se puede realizar la conexión.

Fallos de aislamiento

(ver **figura N12**)

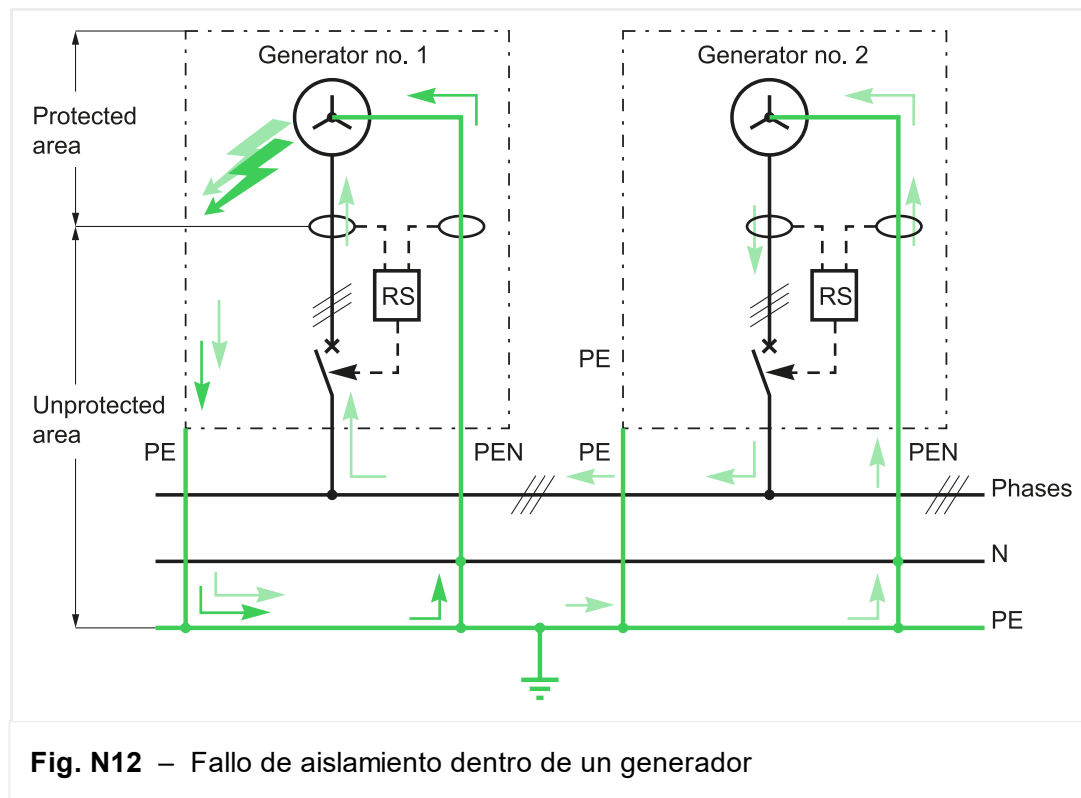


Fig. N12 – Fallo de aislamiento dentro de un generador

Un fallo de aislamiento en el interior de la carcasa metálica de un grupo electrógeno puede dañar gravemente el generador de este grupo si éste se asemeja a un cortocircuito entre fase y neutro. La avería debe detectarse y eliminarse rápidamente, de lo contrario los demás generadores generarán energía en la avería y se dispararán por sobrecarga: la continuidad del suministro de la instalación ya no estará garantizada. La protección contra fallas a tierra (GFP) integrada en el circuito del generador se utiliza para:

- Desconecte rápidamente el generador defectuoso y preserve la continuidad del suministro.
- Actuar en los circuitos de control del generador defectuosos para detenerlo y reducir el riesgo de daños.

Este GFP es del tipo “Sensing Residual” y debe instalarse lo más cerca posible del dispositivo de protección según sistema TN-C/TN-S ^[1] en cada grupo electrógeno con puesta a tierra de los bastidores mediante un PE independiente. Este tipo de protección suele denominarse “Falla a Tierra Restringida”.

Grupo electrógeno funcionando como carga

(ver Fig. N13 y Fig. N14)

Uno de los grupos electrógenos conectados en paralelo puede no funcionar ya como generador sino como motor (por ejemplo, por pérdida de su excitación). Esto puede generar una sobrecarga del/los otro(s) grupo(s) generador(es) y dejar así fuera de funcionamiento la instalación eléctrica.

Para comprobar que el grupo electrógeno realmente está suministrando potencia a la instalación (funcionamiento como generador), se debe comprobar el correcto sentido del flujo de energía en el embarrado de acoplamiento mediante un control específico de “potencia inversa”. Si ocurre una falla, es decir, el conjunto funciona como un motor, esta función eliminará el conjunto defectuoso.

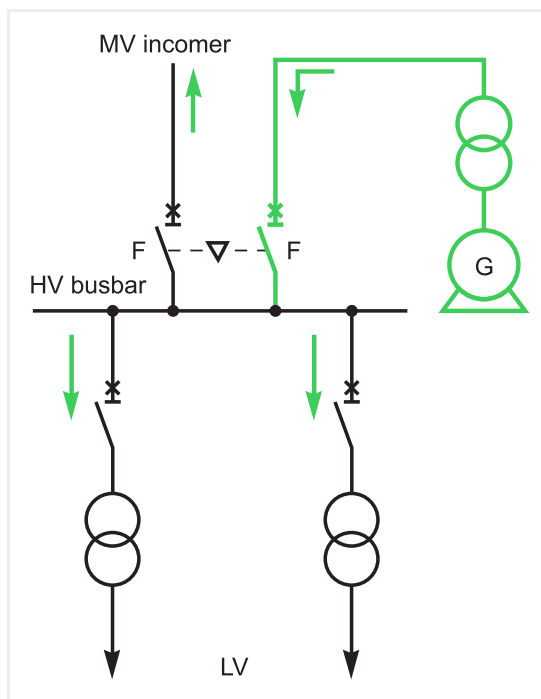


Fig. N13 – Dirección de transferencia de energía – Grupo electrógeno como generador

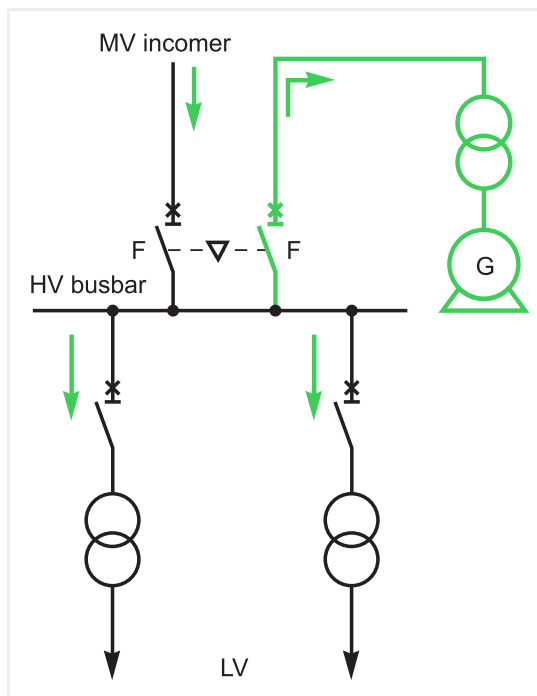


Fig. N14 – Dirección de transferencia de energía – Grupo electrógeno como carga

Puesta a tierra de grupos electrógenos conectados en paralelo

La puesta a tierra de los grupos electrógenos conectados puede provocar la circulación de corrientes de defecto a tierra (armónicos triples) mediante la conexión de neutros para la puesta a tierra común (sistema de puesta a tierra del tipo TN o TT). En consecuencia, para evitar que estas corrientes fluyan entre los

grupos electrógenos, recomendamos la instalación de una resistencia de desacoplamiento en el circuito de tierra.

Notas

1. El sistema está en TN-C para conjuntos vistos como “generador” y en TN-S para conjuntos vistos como “cargas”

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:49.



Unidades de suministro de energía ininterrumpida (UPS)

Esta página se editó por última vez el 4 de agosto de 2022 a las 07:32.

Disponibilidad y calidad de la energía eléctrica.

Las perturbaciones presentadas anteriormente pueden afectar:

- Seguridad de la vida humana
- Seguridad de la propiedad
- La viabilidad económica de una empresa o proceso productivo.

Por tanto, es necesario eliminar las perturbaciones.

Varias soluciones técnicas contribuyen a este objetivo, con distintos grados de eficacia. Estas soluciones pueden compararse basándose en dos criterios:

- Disponibilidad de la energía suministrada.
- Calidad de la energía suministrada.

La disponibilidad de energía eléctrica se puede considerar como el tiempo por año en que la energía está presente en los terminales de carga. La disponibilidad se ve afectada principalmente por cortes de energía debido a cortes de servicios públicos o fallas eléctricas.

Existen varias soluciones para limitar el riesgo:

- División de la instalación para utilizar varias fuentes diferentes en lugar de una sola
- Subdivisión de la instalación en circuitos prioritarios y no prioritarios, donde el suministro de energía a los circuitos prioritarios puede ser recogido, en caso necesario, por otra fuente disponible.
- Deslastre de carga, según sea necesario, de modo que se pueda utilizar una potencia nominal disponible reducida para suministrar energía de reserva
- Selección de una disposición de puesta a tierra del sistema adecuada a los objetivos de continuidad del servicio, por ejemplo, sistema de TI
- Selectividad de los dispositivos de protección (disparo selectivo) para limitar las consecuencias de un fallo a una parte de la instalación

Tenga en cuenta que la única forma de garantizar la disponibilidad de energía con respecto a cortes de servicios públicos es proporcionar, además de las medidas anteriores, una fuente alternativa autónoma, al menos para cargas prioritarias (ver **Fig. N15**).

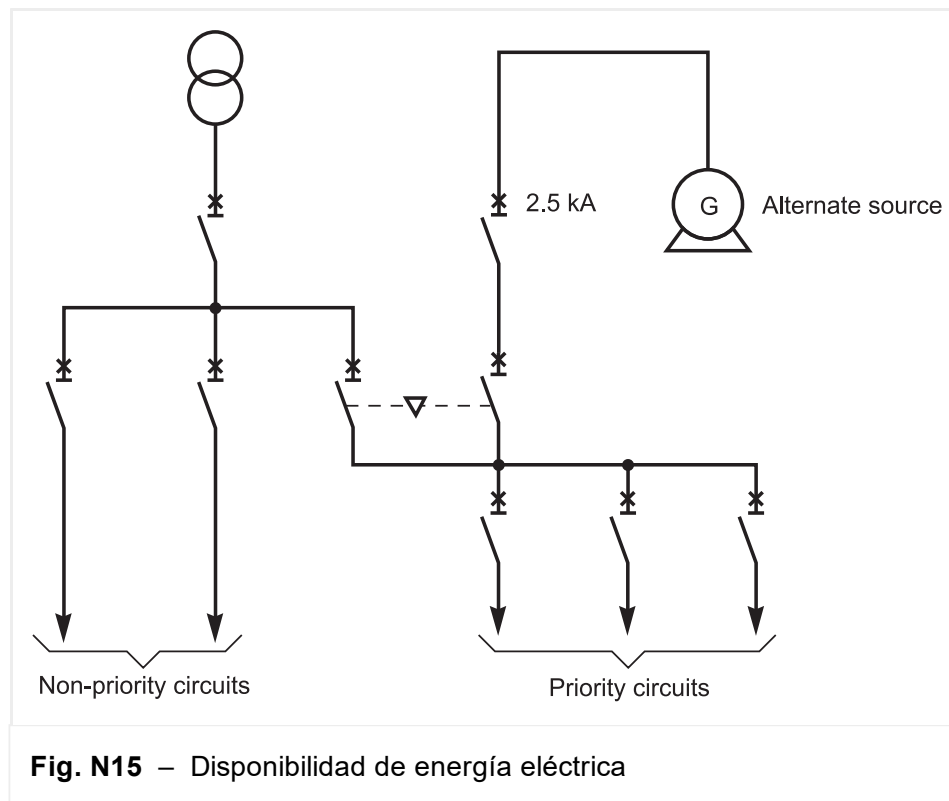


Fig. N15 – Disponibilidad de energía eléctrica

Esta fuente reemplaza a la empresa en caso de problema, pero hay que tener en cuenta dos factores:

- El tiempo de transferencia (tiempo necesario para hacerse cargo de la empresa de servicios públicos) que debe ser aceptable para la carga.
- El tiempo de funcionamiento durante el cual puede alimentar la carga.

La calidad de la energía eléctrica está determinada por la eliminación de las perturbaciones en los terminales de carga.

Una fuente alterna es un medio para asegurar la disponibilidad de energía en los terminales de carga, sin embargo, no garantiza, en muchos casos, la calidad de la energía suministrada respecto a las perturbaciones antes mencionadas.

Hoy en día, muchas aplicaciones electrónicas sensibles requieren un suministro de energía eléctrica prácticamente libre de estas perturbaciones, por no hablar de cortes, con tolerancias más estrictas que las de la empresa eléctrica.

Este es el caso, por ejemplo, de los centros informáticos, las centrales telefónicas y muchos sistemas de control y supervisión de procesos industriales.

Estas aplicaciones requieren soluciones que aseguren tanto la disponibilidad como la calidad de la energía eléctrica.

La solución SAI

La solución para aplicaciones sensibles es proporcionar una interfaz de alimentación entre la red eléctrica y las cargas sensibles, proporcionando un voltaje que sea:

- Libre de todas las perturbaciones presentes en la energía eléctrica y cumpliendo con las estrictas tolerancias requeridas por las cargas.
- Disponible en caso de un corte de servicio público, dentro de las tolerancias especificadas

Los UPS (sistemas de alimentación ininterrumpida) satisfacen estos requisitos en términos de disponibilidad y calidad de energía al:

- Suministro de cargas con tensión que cumpla con estrictas tolerancias, mediante el uso de un inversor.
- Proporcionar una fuente alternativa autónoma, mediante el uso de una batería.
- Intervenir para reemplazar la energía de la red pública sin tiempo de transferencia, es decir, sin ninguna interrupción en el suministro de energía a la carga, mediante el uso de un interruptor estático.

Estas características hacen de los UPS la fuente de alimentación ideal para todas las aplicaciones sensibles porque garantizan la calidad y disponibilidad de la energía, cualquiera que sea el estado de la red pública.

Un UPS consta de los siguientes componentes principales:

- Rectificador/cargador, que produce energía CC para cargar una batería y alimentar un inversor.
- Inversor, que produce energía eléctrica de calidad, es decir
 - Libre de todas las perturbaciones en el suministro eléctrico, en particular microcortes
 - Dentro de tolerancias compatibles con los requisitos de dispositivos electrónicos sensibles (p. ej., para Galaxy, tolerancias en amplitud $\pm 0,5$ % y frecuencia ± 1 %, en comparación con ± 10 % y ± 5 % en sistemas de energía de servicios públicos, que corresponden a factores de mejora de 20 y 5 , respectivamente)
- Batería, que proporciona suficiente tiempo de respaldo (de 8 minutos a 1 hora o más) para garantizar la seguridad de la vida y la propiedad al reemplazar la utilidad según sea necesario.

- Interruptor estático, un dispositivo basado en semiconductores que transfiere la carga del inversor a la red pública y viceversa, sin ninguna interrupción en el suministro de energía.

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:48.



Tipos de UPS estáticos

Los tipos de UPS estáticos están definidos por la norma IEC 62040.

La norma distingue tres modos de funcionamiento:

- Espera pasiva (también llamada fuera de línea)
- Línea interactiva
- Doble conversión (también llamada en línea)

Estas definiciones se refieren al funcionamiento del UPS con respecto a la fuente de energía, incluido el sistema de distribución aguas arriba del UPS.

La norma IEC 62040 define los siguientes términos:

- Energía primaria: energía normalmente disponible de forma continua que generalmente es suministrada por una empresa de servicios eléctricos, pero a veces por la propia generación del usuario.
- Energía de reserva: energía destinada a reemplazar la energía primaria en caso de falla de energía primaria.
- Alimentación de bypass: alimentación suministrada a través del bypass

En términos prácticos, un UPS está equipado con dos entradas de CA, que en esta guía se denominan entrada de CA normal y entrada de CA de derivación.

- La entrada de CA normal, denominada entrada de red 1, es suministrada por la energía primaria, es decir, por un cable conectado a un alimentador en la empresa de servicios públicos aguas arriba o en el sistema de distribución privado.
- La entrada de CA de derivación, denominada entrada de red 2, generalmente se suministra mediante energía de reserva, es decir, mediante un cable conectado a un alimentador aguas arriba distinto del que suministra la entrada de CA normal, respaldado por una fuente alternativa (por ejemplo, por un motor-generador). conjunto u otro UPS, etc.)

Cuando la alimentación de reserva no está disponible, la entrada de CA de derivación recibe alimentación primaria (segundo cable paralelo al conectado a la entrada de CA normal).

La entrada de CA de derivación se utiliza para alimentar las líneas de derivación del UPS, si existen. En consecuencia, la(s) línea(s) de derivación recibe alimentación primaria o de reserva, dependiendo de la disponibilidad de una fuente de alimentación de reserva.

UPS funcionando en modo de espera pasivo (fuera de línea)

Principio de operación

El inversor está conectado en paralelo con la entrada de CA en modo de espera (ver **Fig. N16**).

- **Modo normal**

La carga es suministrada por la red pública a través de un filtro que elimina ciertas perturbaciones y proporciona cierto grado de regulación de voltaje (la norma habla de "dispositivos adicionales... para proporcionar acondicionamiento de energía"). El inversor funciona en modo de espera pasivo.

- **Modo de respaldo de batería**

Cuando el voltaje de entrada de CA está fuera de las tolerancias especificadas para el UPS o falla la energía de la red pública, el inversor y la batería intervienen para garantizar un suministro continuo de energía a la carga después de un tiempo de transferencia muy corto (< 10 ms).

El UPS continúa funcionando con energía de la batería hasta que finaliza el tiempo de respaldo de la batería o la energía de la red pública vuelve a la normalidad, lo que provoca la transferencia de la carga nuevamente a la entrada de CA (modo normal).

Uso

De hecho, esta configuración es un compromiso entre un nivel aceptable de protección contra perturbaciones y coste. Sólo se puede utilizar con potencias bajas (< 2 kVA). Funciona sin un interruptor estático real, por lo que se requiere un cierto tiempo para transferir la carga al inversor. Este tiempo es aceptable para determinadas aplicaciones individuales, pero incompatible con el rendimiento requerido por sistemas más sofisticados y sensibles (grandes centros informáticos, centrales telefónicas, etc.).

Además, la frecuencia no está regulada y no hay bypass.

Nota : En modo normal, la energía que alimenta la carga no fluye a través del inversor, lo que explica por qué a este tipo de UPS a veces se le llama “Off-line”. Sin embargo, este término es engañoso porque también sugiere “no suministrado por la red pública”, cuando en realidad la carga es suministrada por la red pública a través de la entrada de CA durante el funcionamiento normal. Por eso la norma IEC 62040 recomienda el término “espera pasiva”.

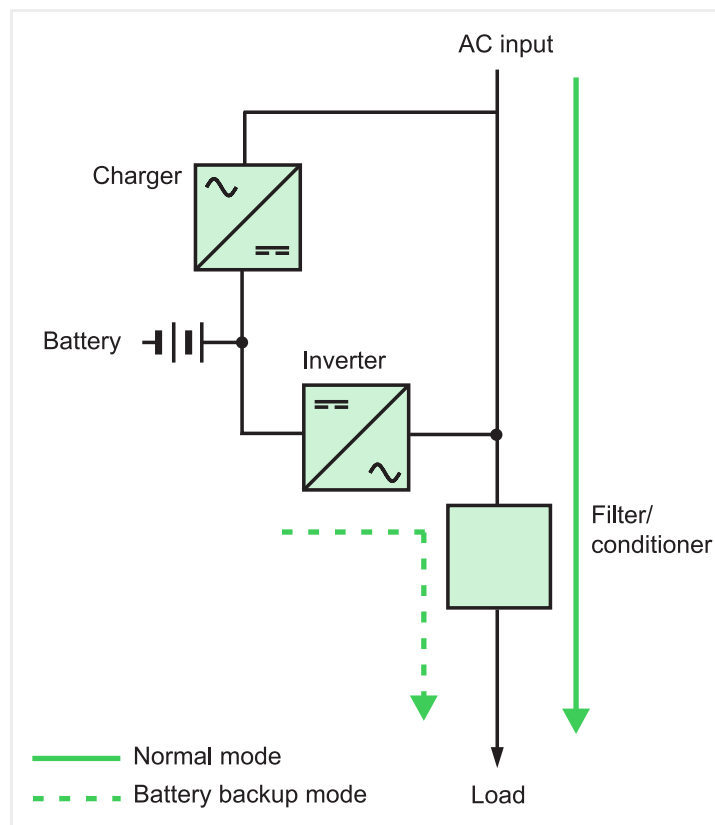


Fig. N16 – UPS funcionando en modo de espera pasivo

UPS funcionando en modo interactivo en línea

Principio de operación

El inversor está conectado en paralelo con la entrada de CA en una configuración de espera, pero también carga la batería. De este modo interactúa (operación reversible) con la fuente de entrada de CA (ver **Fig. N17**).

- **Modo normal**

La carga recibe energía condicionada a través de una conexión en paralelo de la entrada de CA y el inversor. El inversor funciona para proporcionar acondicionamiento del voltaje de salida y/o cargar la batería. La frecuencia de salida depende de la frecuencia de entrada de CA.

- **Modo de respaldo de batería**

Cuando el voltaje de entrada de CA está fuera de las tolerancias especificadas para el UPS o falla la energía de la red pública, el inversor y la batería intervienen para garantizar un suministro continuo de energía a la carga luego de una transferencia sin interrupción utilizando un interruptor estático que también desconecta la entrada de CA. para evitar que la energía del inversor fluya aguas arriba.

El UPS continúa funcionando con energía de la batería hasta que finaliza el tiempo de respaldo de la batería o la energía de la red pública vuelve a la normalidad, lo que provoca la transferencia de la carga nuevamente a la entrada de CA (modo normal).

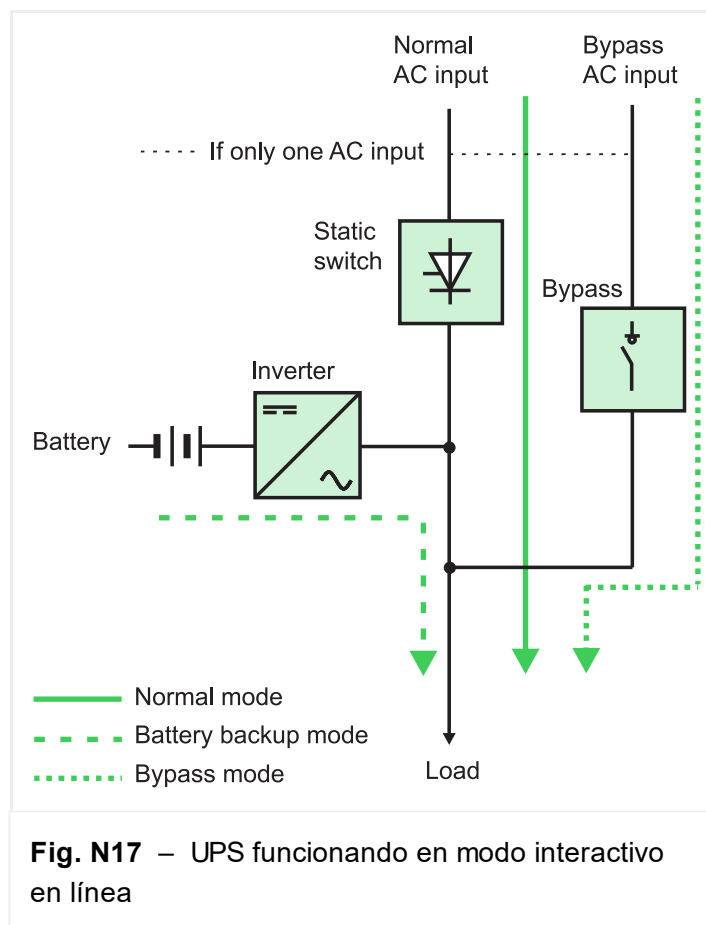
- **Modo de derivación**

Este tipo de UPS puede estar equipado con un bypass. Si una de las funciones del UPS falla, la carga se puede transferir a la entrada de CA de derivación (suministrada con energía de la red pública o de reserva, según la instalación).

Uso

Esta configuración no es adecuada para la regulación de cargas sensibles en el rango de potencia media a alta porque no es posible la regulación de frecuencia.

Por esta razón, rara vez se utiliza excepto para potencias bajas.



UPS funcionando en modo de doble conversión (en línea)

Principio de operación

El inversor está conectado en serie entre la entrada de CA y la aplicación.

- **Modo normal**

Durante el funcionamiento normal, toda la energía suministrada a la carga pasa a través del rectificador/cargador y el inversor que juntos realizan una doble conversión (AC-DC-AC), de ahí el nombre.

- **Modo de respaldo de batería**

Cuando el voltaje de entrada de CA está fuera de las tolerancias especificadas para el UPS o falla la energía de la red pública, el inversor y la batería intervienen para garantizar un suministro continuo de energía a la carga luego de una transferencia sin interrupción mediante un interruptor estático. El UPS continúa funcionando con energía de la batería hasta que finaliza el tiempo de respaldo de la batería o la energía de la red pública vuelve a la normalidad, lo que provoca la transferencia de la carga nuevamente a la entrada de CA (modo normal).

- **Modo de derivación**

Este tipo de UPS generalmente está equipado con un bypass estático, a veces denominado interruptor estático (ver **Fig. N18**).

La carga se puede transferir sin interrupción a la entrada de CA de derivación (suministrada con energía pública o de reserva, según la instalación), en los siguientes casos:

- Fallo del SAI
- Transitorios de corriente de carga (corrientes de irrupción o falla)
- Picos de carga

Sin embargo, la presencia de un bypass supone que las frecuencias de entrada y salida son idénticas y si los niveles de voltaje no son los mismos, se requiere un transformador de bypass.

Para ciertas cargas, el UPS debe sincronizarse con la alimentación de derivación para garantizar la continuidad del suministro de carga. Es más, cuando el UPS está en modo bypass, una perturbación en la fuente de entrada de CA puede transmitirse directamente a la carga porque el inversor ya no interviene.

Nota : Hay otra línea de derivación, a menudo denominada derivación de mantenimiento, disponible para fines de mantenimiento. Se cierra mediante un interruptor manual.

Uso

En esta configuración, el tiempo necesario para transferir la carga al inversor es insignificante debido al interruptor estático.

Además, el voltaje y la frecuencia de salida no dependen de las condiciones de voltaje y frecuencia de entrada. Esto significa que el SAI, cuando está diseñado para este fin, puede funcionar como un convertidor de frecuencia.

En la práctica, esta es la configuración principal utilizada para potencias medias y altas (desde 10 kVA en adelante). El resto de este capítulo considerará solo esta configuración.

Nota : Este tipo de UPS a menudo se denomina "en línea", lo que significa que el inversor suministra la carga continuamente, independientemente de las condiciones de la fuente de entrada de CA. Sin embargo, este término es engañoso porque también sugiere "suministrado por energía de la empresa pública", cuando en realidad la carga es suministrada por energía que ha sido reconstituida por el sistema de doble conversión. Por eso la norma IEC 62040 recomienda el término "doble conversión".

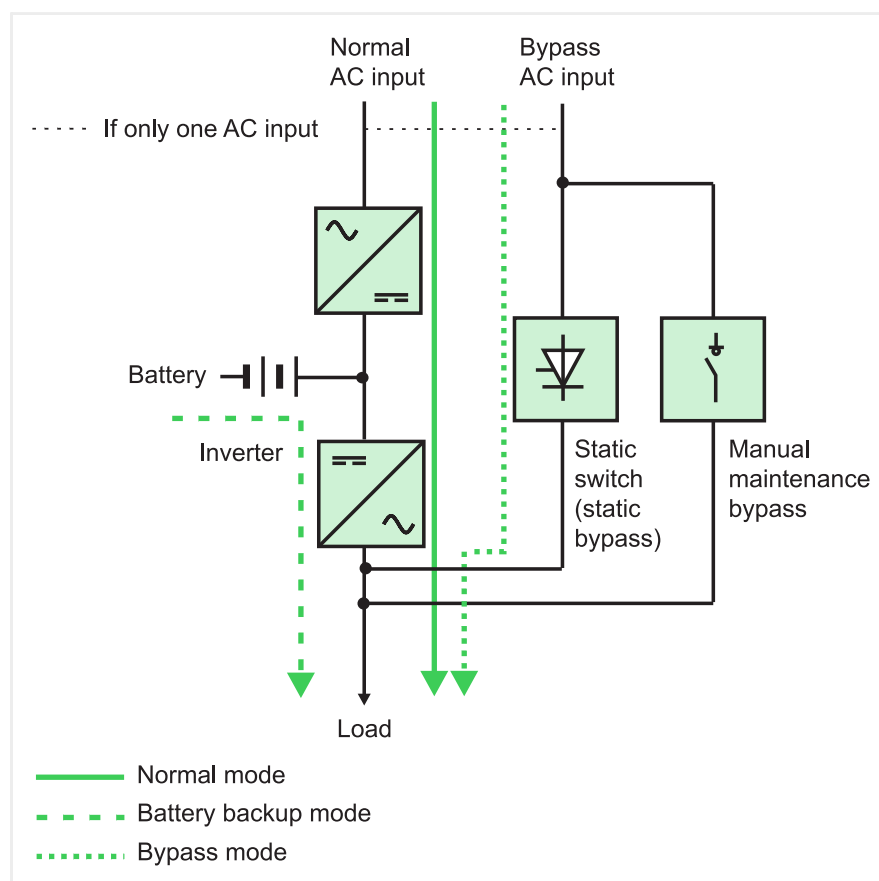


Fig. N18 – UPS funcionando en modo de doble conversión (en línea)

Esta página se editó por última vez el 4 de agosto de 2022 a las 07:33.



Baterías SAI

Selección del tipo de batería.

Una batería está formada por celdas interconectadas que pueden ser ventiladas o del tipo recombinación.

Hay dos familias principales de baterías:

- Baterías de níquel-cadmio
- Baterías de plomo ácido
- Celdas ventiladas (plomo-antimonio): Están equipadas con puertos para
 - Liberar a la atmósfera el oxígeno y el hidrógeno producidos durante las diferentes reacciones químicas.
 - Complete el electrolito agregando agua destilada o desmineralizada.
- Celdas de recombinación (baterías de plomo, plomo puro, plomo-estaño): La tasa de recombinación de gases es al menos del 95% y por lo tanto no requieren adición de agua durante su vida útil.

Por extensión, se hará referencia a baterías ventiladas o de recombinación (las baterías de recombinación también suelen denominarse baterías “selladas”).

Los principales tipos de baterías utilizadas junto con los UPS son:

- Baterías de plomo-ácido selladas, utilizadas el 95% del tiempo porque son fáciles de mantener y no requieren una habitación especial
- Baterías de plomo-ácido ventiladas
- Baterías de níquel-cadmio ventiladas

Se podrán proponer los tres tipos de baterías anteriores, en función de factores económicos y de las necesidades de funcionamiento de la instalación, con todas las duraciones de vida útil disponibles.

Los niveles de capacidad y los tiempos de respaldo pueden adaptarse para satisfacer las necesidades del usuario.

Las baterías propuestas también se adaptan perfectamente a aplicaciones UPS ya que son el resultado de la colaboración con los principales fabricantes de baterías.

Selección del tiempo de respaldo

La selección depende de:

- La duración promedio de las fallas del sistema de energía.
- Cualquier energía de reserva duradera disponible (motor-generador, etc.)
- El tipo de aplicación

El rango típico generalmente propuesto es:

- Tiempos de respaldo estándar de 10, 15 o 30 minutos
- Tiempos de respaldo personalizados

Se aplican las siguientes reglas generales:

- Aplicaciones computacionales

El tiempo de respaldo de la batería debe ser suficiente para cubrir los procedimientos de guardado de archivos y apagado del sistema necesarios para garantizar un apagado controlado del sistema informático.

En términos generales, el departamento de informática determina el tiempo de respaldo necesario, en función de sus requisitos específicos.

- Procesos industriales

El cálculo del tiempo de respaldo debe tener en cuenta el coste económico que supone una interrupción del proceso y el tiempo necesario para reiniciarlo.

Tabla de selección

La Figura N19 resume las principales características de los distintos tipos de baterías.

Cada vez más, las baterías de recombinación parecen ser la opción del mercado por las siguientes razones:

- Sin mantenimiento

- Fácil implementación
- Instalación en todo tipo de estancias (salas de ordenadores, salas técnicas no destinadas específicamente a baterías, etc.)

Sin embargo, en determinados casos se prefieren las baterías ventiladas, en particular para:

- Larga vida útil
- Largos tiempos de respaldo
- Clasificaciones de alta potencia

Las baterías ventiladas deben instalarse en salas especiales que cumplan con normas precisas y requieran un mantenimiento adecuado.

Fig. N19 – Principales características de los distintos tipos de baterías

	Vida de servicio	Compacto	Tolerancias de temperatura de funcionamiento	Frecuencia de mantenimiento	habitación especial	Costo
Ácido de plomo sellado	5 o 10 años	+	+	Bajo	No	Medio bajo
Plomo-ácido ventilado	5 o 10 años	+	++	Medio	Sí	Bajo
Níquel Cadmio	5 o 10 años	++	+++	Alto	No	Alto

Métodos de instalación

Dependiendo del rango del UPS, la capacidad de la batería y el tiempo de respaldo, la batería es:

- Tipo sellado y alojado en el gabinete del UPS
- Tipo sellado y alojado en uno a tres gabinetes
- Tipo ventilado o sellado y montado en bastidor. En este caso, el método de instalación puede ser
 - **En estantes** (ver Fig. N20)

Este método de instalación es posible para baterías selladas o baterías ventiladas sin mantenimiento que no requieren recarga de electrolito.

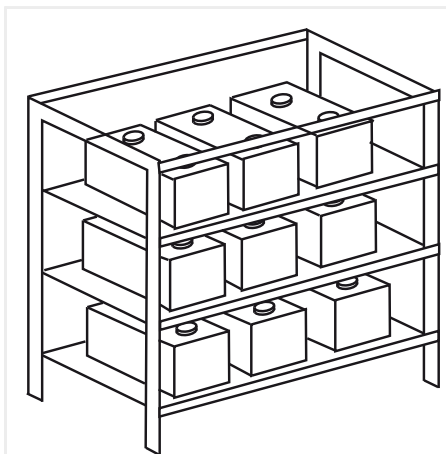


Fig. N20 – Montaje en estante

- **Montaje en niveles** (ver Fig. N21)

Este método de instalación es adecuado para todo tipo de baterías y, en particular, para baterías ventiladas, ya que facilita la comprobación del nivel y el llenado.

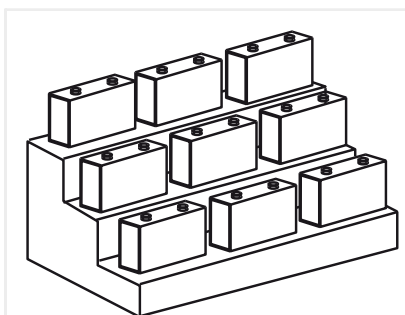


Fig. N21 – Montaje en niveles

- **En gabinetes** (ver **Fig. N22**)

Este método de instalación es adecuado para baterías selladas. Es fácil de implementar y ofrece la máxima seguridad.

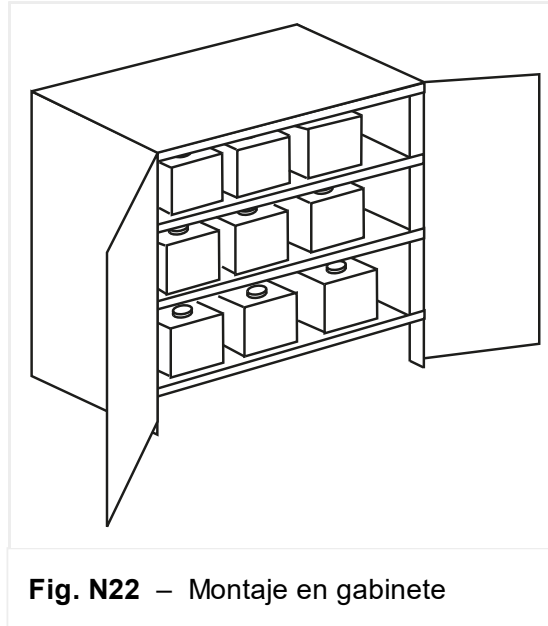


Fig. N22 – Montaje en gabinete

Esta página se editó por última vez el 4 de agosto de 2022 a las 07:40.



Disposiciones de puesta a tierra del sistema para instalaciones compuestas por SAI.

La aplicación de los sistemas de protección previstos por las normas en instalaciones compuestas por un SAI requiere una serie de precauciones por los siguientes motivos:

- El UPS desempeña dos funciones
 - Una carga para el sistema aguas arriba
 - Una fuente de energía para el sistema aguas abajo.
- Cuando la batería no está instalada en un gabinete, una falla de aislamiento en el sistema de CC puede provocar el flujo de un componente de CC residual.

Este componente puede perturbar el funcionamiento de determinados dispositivos de protección, en particular los RCD utilizados para la protección de personas.

Protección contra el contacto directo

(ver **figura N23**)

Todas las instalaciones cumplen con los requisitos aplicables porque el equipo está alojado en armarios que proporcionan un grado de protección IP 20. Esto es válido incluso para la batería cuando está alojada en un armario.

Cuando las baterías no se instalan en un armario, es decir, generalmente en una habitación especial, se deben implementar las medidas que se presentan al final de este capítulo.

Nota : El sistema TN (versión TN-S o TN-C) es el sistema más recomendado para el suministro de sistemas informáticos.

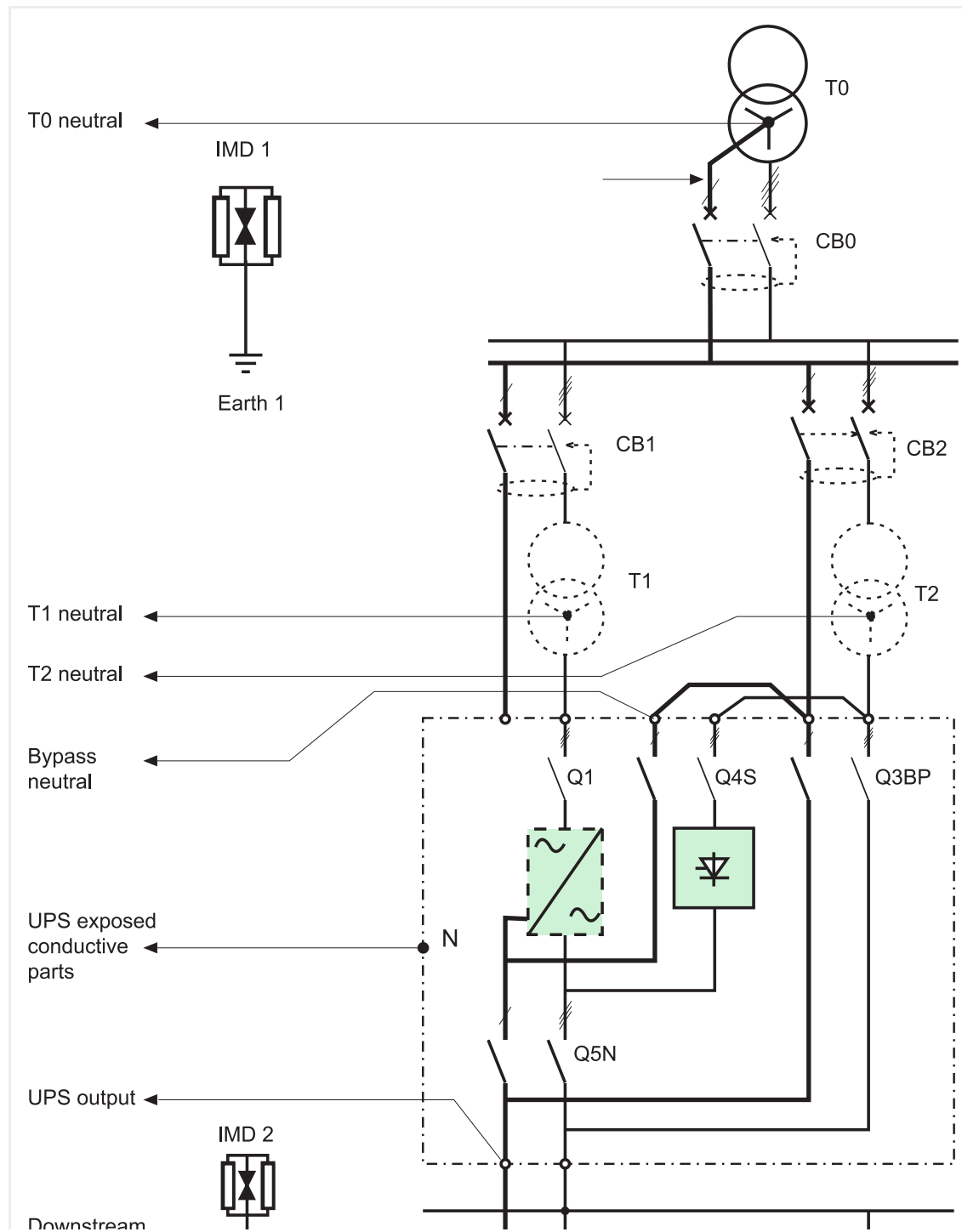
Fig. N23 – Principales características de las disposiciones de puesta a tierra del sistema

Tipo de arreglo	sistema de TI	sistema contrarrelaj	sistema TN
-----------------	---------------	----------------------	------------

Operación	- Señalización del primer fallo de aislamiento - Localización y eliminación del primer fallo. - Desconexión por segundo fallo de aislamiento	Desconexión por primer fallo de aislamiento	Desconexión por primer fallo de aislamiento
Técnicas de protección de personas.	- Interconexión y puesta a tierra de piezas conductoras. - Vigilancia del primer defecto mediante un dispositivo de control de aislamiento (IMD) - La segunda falla provoca la interrupción del circuito (disyuntor o fusible)	- Puesta a tierra de piezas conductoras combinada con el uso de RCD - El primer fallo de aislamiento provoca una interrupción al detectar corrientes de fuga	- Interconexión y puesta a tierra de partes conductoras y neutro imperativo. - El primer fallo de aislamiento provoca la interrupción al detectar sobreintensidades (disyuntor o fusible)
Ventajas y desventajas	- Solución que ofrece la mejor continuidad del servicio (se señala la primera avería) - Requiere personal de vigilancia competente (ubicación de la primera falla)	- La solución más sencilla en términos de diseño e instalación. - No se requiere dispositivo de monitoreo de aislamiento (IMD) - Sin embargo, cada falla resulta en la interrupción del circuito en cuestión.	- Solución de bajo coste en términos de instalación. - Diseño difícil (cálculo de impedancias de bucle) - Se requiere personal operativo calificado - Flujo de altas corrientes de falla

Puntos esenciales a comprobar para los SAI

La Figura N24 muestra todos los puntos esenciales que deben interconectarse, así como los dispositivos a instalar (transformadores, RCD, etc.) para garantizar la conformidad de la instalación con las normas de seguridad.



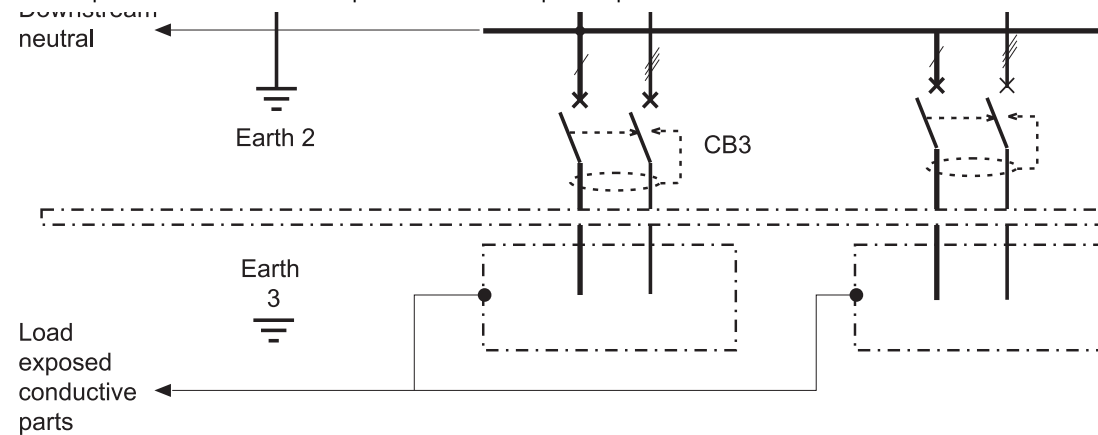


Fig. N24 – Los puntos esenciales que deben conectarse en las disposiciones de puesta a tierra del sistema

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:48.

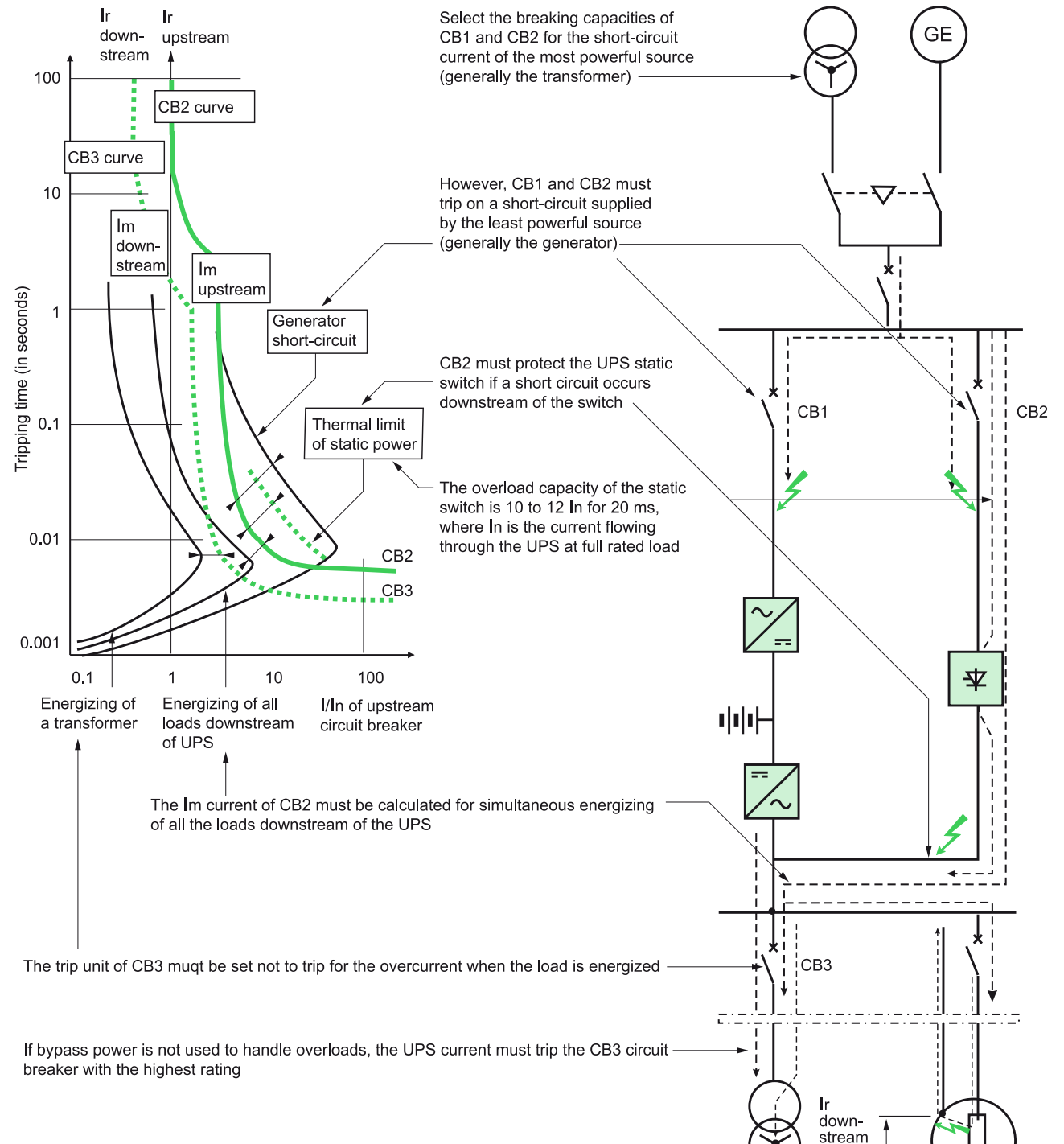


Elección de esquemas de protección con UPS.

Los interruptores desempeñan un papel importante en una instalación, pero su importancia aparece a menudo en el momento de acontecimientos accidentales que no son frecuentes. El mejor dimensionamiento del SAI y la mejor elección de configuración pueden verse comprometidos por una elección incorrecta de un solo disyuntor.

Selección de disyuntor

La Figura N25 muestra cómo seleccionar los interruptores.



For distant short-circuits, the CB3 unit setting must not result in a dangerous touch voltage. If necessary, install an RCD

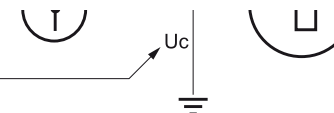


Fig. N25 – Los interruptores automáticos están sometidos a diversas situaciones

Clasificación

La clasificación seleccionada (corriente nominal) para el disyuntor debe ser la que está justo por encima de la corriente nominal del cable aguas abajo protegido.

Capacidad de Interrupción

El poder de corte debe seleccionarse justo por encima de la corriente de cortocircuito que puede producirse en el lugar de instalación.

Umbrales I_r e I_m

La siguiente tabla indica cómo determinar los umbrales I_r (sobrecarga; térmica o de larga duración) e I_m (cortocircuito; magnético o de corta duración) para garantizar la selectividad, dependiendo de las unidades de disparo aguas arriba y aguas abajo.

Observación

(ver **figura N26**)

- La selectividad temporal debe ser implementada por personal cualificado porque los retrasos en el tiempo antes del disparo aumentan el estrés térmico ($I^2 t$) aguas abajo (cables, semiconductores, etc.). Se requiere precaución si el disparo del CB2 se retrasa utilizando el retardo de tiempo del umbral I_m
- La selectividad energética no depende del relé, sólo del interruptor automático.

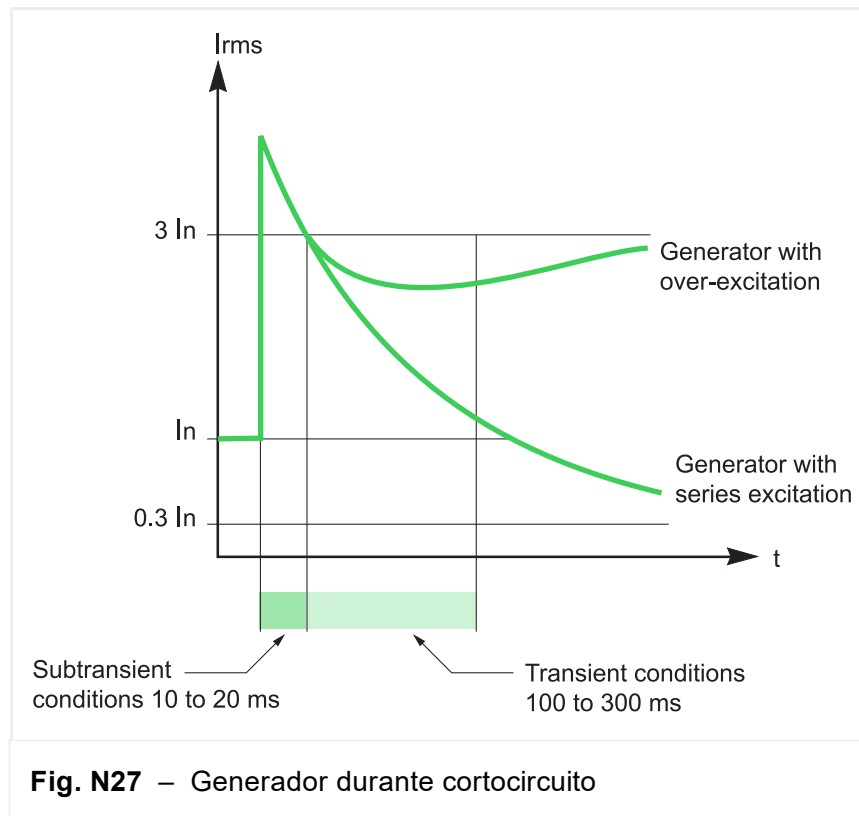
Fig. N26 – Umbrales I_r e I_m dependiendo de las unidades de control aguas arriba y aguas abajo

Tipo de circuito aguas abajo	I_r aguas arriba / relación aguas abajo ar	Estoy río arriba / Estoy en relación aguas abajo	Estoy río arriba / Estoy en relación aguas abajo
Unidad de disparo aguas abajo	Todos los tipos	Magnético	Electrónico
Distribución	$> 1,6$	> 2	$> 1,5$
Motor asincrónico	> 3	> 2	$> 1,5$

Caso especial de cortocircuitos del generador.

La Figura N27 muestra la reacción de un generador ante un cortocircuito.

Para evitar dudas sobre el tipo de excitación, dispararemos en el primer pico (3 a 5 I_n según $X''d$) utilizando la configuración de protección I_m sin retardo.



Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:48.

Instalación, conexión y dimensionamiento de cables con UPS

Unidades UPS listas para usar

Los UPS de bajo consumo, por ejemplo para sistemas microinformáticos, son equipos compactos listos para usar. El cableado interno está construido en fábrica y adaptado a las características de los dispositivos.

Unidades UPS no listas para usar

Para los demás UPS, las conexiones de cables al sistema de alimentación, a la batería y a la carga no están incluidas.

Las conexiones de cableado dependen del nivel actual como se indica en **la Figura N28** a continuación.

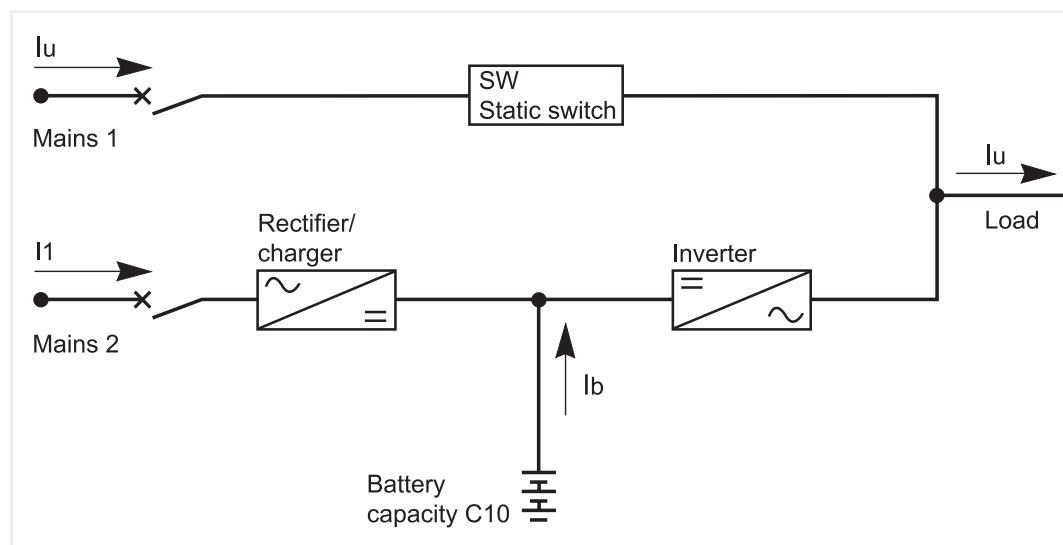


Fig. N28 – Corriente a tener en cuenta para la selección de las conexiones de los cables

Cálculo de corrientes I_1 , I_u .

- La corriente de entrada I_u de la red eléctrica es la corriente de carga.
- La corriente de entrada I_1 del cargador/rectificador depende de:
 - La capacidad de la batería (C_{10}) y el modo de carga (I_b)
 - Las características del cargador.
 - La eficiencia del inversor.
- La corriente I_b es la corriente en la conexión de la batería.

Estas corrientes las dan los fabricantes.

Aumento de temperatura del cable y caídas de voltaje.

La sección transversal de los cables depende de:

- Aumento de temperatura permitido
- Caída de tensión permitida

Para una carga determinada, cada uno de estos parámetros da como resultado una sección transversal mínima permitida. Se debe utilizar el mayor de los dos.

Al tender los cables, se debe tener cuidado de mantener las distancias requeridas entre los circuitos de control y los circuitos de potencia, para evitar perturbaciones causadas por las corrientes HF.

Aumento de la temperatura

El aumento de temperatura permitido en los cables está limitado por la capacidad de resistencia del aislamiento del cable.

El aumento de temperatura en los cables depende de:

- El tipo de núcleo (Cu o Al)
- El método de instalación
- El número de cables en contacto.

Las normas estipulan, para cada tipo de cable, la corriente máxima permitida.

Caídas de voltaje

Las caídas de tensión máximas permitidas son:

- 3% para circuitos de CA (50 o 60 Hz)
- 1% para circuitos DC

Tablas de selección

Las figuras N29 y N30 indican la caída de voltaje en porcentaje para un circuito compuesto por 100 metros de cable. Para calcular la caída de tensión en un circuito de longitud L, multiplique el valor de la tabla por L/100.

- Sph: Sección transversal de conductores
- I_n : Corriente nominal de los dispositivos de protección en el circuito.

Circuito trifásico

Si la caída de tensión supera el 3% (50-60 Hz), aumente la sección transversal de los conductores.

circuito CC

Si la caída de tensión supera el 1%, aumente la sección transversal de los conductores.

Fig. N29 – Caída de tensión para circuitos trifásicos, 50-60 Hz, 380 V / 400 V / 415 V, $\cos \varphi = 0,8$, sistema equilibrado 3L+N. Valores en porcentaje para un circuito de 100m (conductores de cobre)

En un)	Esf (mm ²)											
	10	dieciséis	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
10	0,9											
15	1.2											
20	1.6	1.1										
25	2.0	1.3	0,9									
32	2.6	1.7	1.1									
40	3.3	2.1	1.4	1.0								
50	4.1	2.6	1.7	1.3	1.0							
63	5.1	3.3	2.2	1.6	1.2	0,9						
70	5.7	3.7	2.4	1.7	1.3	1.0	0,8					
80	6.5	4.2	2.7	2.1	1.5	1.2	0,9	0,7				
100	8.2	5.3	3.4	2.6	2.0	2.0	1.1	0,9	0,8			
125		6.6	4.3	3.2	2.4	2.4	1.4	1.1	1.0	0,8		
160			5.5	4.3	3.2	3.2	1.8	1.5	1.2	1.1	0,9	
200				5.3	3.9	3.9	2.2	1.8	1.6	1.3	1.2	0,9
250					4.9	4.9	2.8	2.3	1.9	1.7	1.4	1.2
320							3.5	2.9	2.5	2.1	1.9	1.5
400							4.4	3.6	3.1	2.7	2.3	1.9
500								4.5	3.9	3.4	2.9	2.4
600									4.9	4.2	3.6	3.0
800										5.3	4.4	3.8
1.000											6.5	4.7

Para un circuito trifásico de 230 V, multiplique el resultado por $\sqrt{3}$

Para un circuito monofásico de 208/230 V, multiplique el resultado por 2

Fig. N30 – Caída de tensión para circuitos CC. Valores en porcentaje para un circuito de 100m (conductores de cobre)

En un)	Esf (mm ²)

	-	-	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
100			5.1	3.6	2.6	1.9	1.3	1.0	0,8	0,7	0,5	0,4
125				4.5	3.2	2.3	1.6	1.3	1.0	0,8	0,6	0,5
160					4.0	2.9	2.2	1.6	1.2	1.1	0,6	0,7
200						3.6	2.7	2.2	1.6	1.3	1.0	0,8
250							3.3	2.7	2.2	1.7	1.3	1.0
320								3.4	2.7	2.1	1.6	1.3
400									3.4	2.8	2.1	1.6
500										3.4	2.6	2.1
600										4.3	3.3	2.7
800											4.2	3.4
1.000											5.3	4.2
1.250												5.3

Caso especial para conductores neutros.

En los sistemas trifásicos, los armónicos de tercer orden (y sus múltiplos) de las cargas monofásicas se suman en el conductor neutro (suma de las corrientes de las tres fases).

Por este motivo, se podrá aplicar la siguiente regla:

sección transversal del neutro = 1,5 x sección transversal de la fase

Ejemplo

Considere un circuito trifásico de 70 metros de 400 V, con conductores de cobre y una corriente nominal de 600 A.

La norma IEC 60364 indica, según el método de instalación y la carga, una sección transversal mínima.

Supondremos que la sección transversal mínima es de 95 mm².

En primer lugar es necesario comprobar que la caída de tensión no supera el 3%.

La tabla para circuitos trifásicos de la página anterior indica, para una corriente de 600 A que circula por un cable de 300 mm², una caída de tensión del 3% para 100 metros de cable, es decir, para 70 metros:

$$3 \times \frac{70}{100} = 2.1\%$$

Por lo tanto menos del 3%

Se puede realizar un cálculo idéntico para una corriente CC de 1000 A.

En un cable de diez metros, la caída de tensión para 100 metros de cable de 240 mm² es del 5,3%, es decir, para diez metros

$$5.3 \times \frac{10}{100} = 0.53\%$$

Por lo tanto menos del 3%

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:48.



Los UPS y su entorno

Los UPS pueden comunicarse con el entorno eléctrico e informático. Pueden recibir algunos datos y proporcionar información sobre su funcionamiento para:

- **Para optimizar la protección**

Por ejemplo, el UPS proporciona información esencial sobre el estado operativo del sistema informático (carga en el inversor, carga en bypass estático, carga en la batería, advertencia de batería baja)

- **Para controlar remotamente**

El UPS proporciona información de medición y estado operativo para informar y permitir a los operadores tomar acciones específicas.

- **Para gestionar la instalación**

El operador dispone de un sistema de gestión energética y del edificio que permite obtener y guardar información de los SAI, proporcionar alarmas y eventos y tomar medidas.

Esta evolución hacia la compatibilidad entre equipos informáticos y SAI tiene como efecto la incorporación de nuevas funciones integradas en el SAI.

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:49.



Equipos complementarios para UPS

Transformadores

Un transformador de dos devanados incluido aguas arriba del contactor estático del circuito 2 permite:

- Un cambio de nivel de voltaje cuando el voltaje de la red eléctrica es diferente al de la carga.
- Un cambio de sistema de puesta a tierra entre las redes.

Además, dicho transformador:

- Reduce el nivel de corriente de cortocircuito en el lado secundario (es decir, de carga) en comparación con el del lado de la red eléctrica.
- Evita el paso a la red del sistema eléctrico de corrientes de tercer armónico que puedan estar presentes en el lado secundario, siempre que el devanado primario esté conectado en triángulo.

Filtro antiarmónico

El sistema UPS incluye un cargador de batería controlado por tiristores o transistores. Los ciclos de corriente cortados regularmente resultantes "generan" componentes armónicos en la red de suministro de energía.

Estos componentes indeseables se filtran en la entrada del rectificador y, en la mayoría de los casos, esto reduce el nivel de corriente armónica lo suficiente para todos los propósitos prácticos.

Sin embargo, en determinados casos específicos, especialmente en instalaciones muy grandes, puede ser necesario un circuito de filtrado adicional.

Por ejemplo cuando:

- La potencia nominal del sistema UPS es grande en relación con el transformador MT/BT que lo suministra.
- Las barras de BT alimentan cargas especialmente sensibles a los armónicos.

- Se proporciona un alternador accionado por diésel (o turbina de gas, etc.) como fuente de alimentación de reserva.

En tales casos, se debe consultar al fabricante del sistema UPS.

Equipos de comunicacion

La comunicación con equipos asociados con sistemas informáticos puede implicar la necesidad de instalaciones adecuadas dentro del sistema UPS. Dichas instalaciones pueden incorporarse en un diseño original (ver **Fig. N31**) o agregarse a sistemas existentes a pedido (ver **Fig. N32**).



Fig. N31 – Unidad SAI lista para usar (con módulo DIN)



Fig. N32 – Unidad UPS logrando disponibilidad y calidad de suministro de energía del sistema informático

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:49.



Protección de transformadores BT/BT

Los transformadores BT/BT están generalmente en el rango de varios cientos de VA a algunos cientos de kVA y se utilizan con frecuencia para:

- Cambiar el nivel de bajo voltaje para:
 - Suministros auxiliares para circuitos de control e indicación.
 - Circuitos de iluminación (230 V creados cuando el sistema primario es de 400 V trifásico de 3 hilos)
- Cambiar el sistema de puesta a tierra para determinadas aplicaciones como servicios de seguridad, informática médica o determinadas cargas que tienen una corriente capacitiva a tierra relativamente alta (equipos informáticos) o una corriente de fuga resistiva (hornos eléctricos, procesos de calefacción industrial, instalaciones de cocción masiva, etc.).)

El transformador BT/BT estará protegido contra cortocircuitos y sobrecargas.

Cuando se energiza, un transformador BT/BT consume una corriente de entrada muy alta . Esta corriente de irrupción muy alta (y sus características de tiempo/corriente) se debe tener en cuenta al seleccionar la protección contra sobrecorriente , para evitar disparos molestos.

Notas :

- Los transformadores BT/BT pueden suministrarse con sistemas de protección integrados, como sensores de sobret temperatura. Consulte la documentación del fabricante del transformador.

- En los casos particulares de transformadores de aislamiento de seguridad BT/BT de muy baja tensión, frecuentemente se requiere, según las circunstancias, una pantalla metálica puesta a tierra entre los devanados primario y secundario, tal y como recomienda la Norma Europea EN 60742.

Corriente de irrupción que energiza el transformador

Cuando están energizados, los transformadores BT/BT consumen corrientes de irrupción muy altas que deben tenerse en cuenta al elegir dispositivos de protección contra sobrecorriente. (ver **figura N33**)

El valor máximo de la primera onda de corriente alcanza a menudo de 10 a 15 veces la corriente nominal rms del transformador, pudiendo incluso alcanzar valores de 20 a 25 veces la corriente nominal para transformadores < 50 kVA. Esta corriente transitoria disminuye rápidamente, con una constante de tiempo τ del orden de varios ms a varias decenas de ms.

Esto se puede comparar con la corriente máxima de cortocircuito, que es la corriente nominal dividida por la tensión de impedancia de cortocircuito del transformador en%. Por ejemplo, cuando el voltaje de impedancia de cortocircuito es 5%, la corriente de cortocircuito es $I_n/5\% = 20 I_n$, por ejemplo, el mismo orden de magnitud que la corriente de irrupción que energiza el transformador. La principal diferencia es que la corriente de entrada al energizar disminuye muy rápidamente.

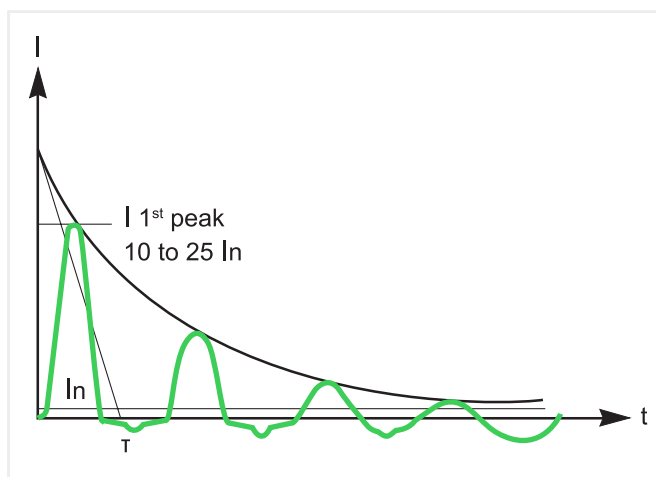


Fig. N33 – Corriente de irrupción que energiza

el transformador

Nota: la magnitud real del pico actual puede variar mucho y depende de:

- El valor del voltaje en el instante de la energización.
- La magnitud y polaridad del flujo residual existente en el núcleo del transformador.
- Las características de la carga conectada al transformador.

Protección para el circuito de alimentación de un transformador BT/BT

La selección del dispositivo de protección para el circuito de alimentación de un transformador BT/BT debe evitar la posibilidad de un funcionamiento incorrecto debido a la corriente de entrada al encender el transformador, descrita anteriormente. Por tanto es necesario utilizar:

Disyuntores selectivos (es decir, ligeramente retardados), como el Compact NSX con unidad de control electrónica

(ver **figura N34**)

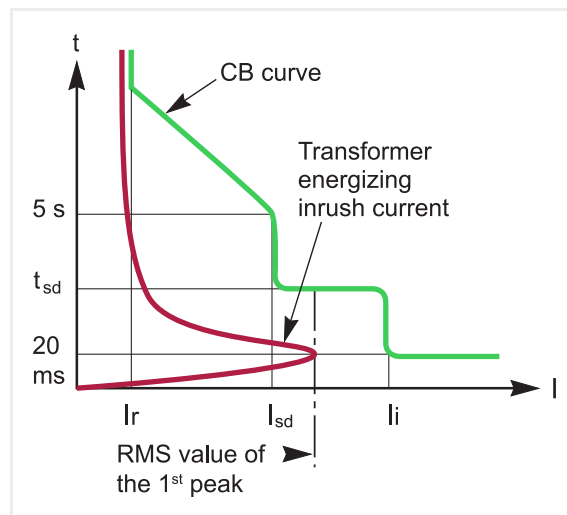


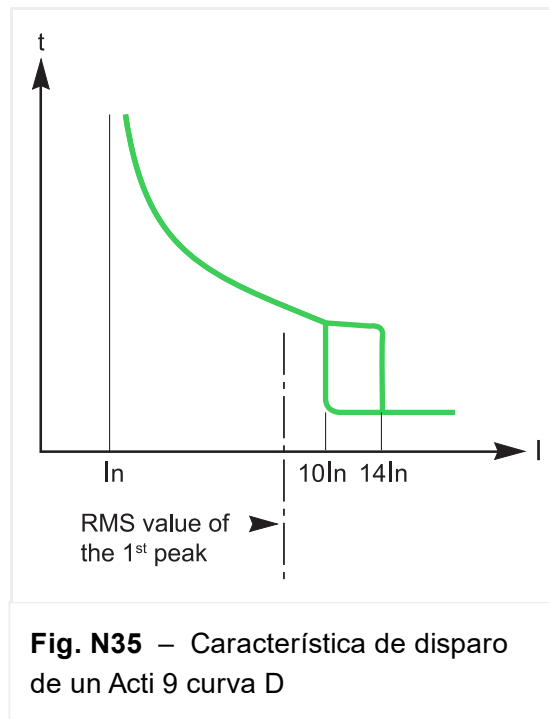
Fig. N34 – Característica de disparo de un Compact NSX con unidad de disparo electrónica

Dónde:

- I_n = corriente nominal del transformador,
- I_r = Ajuste de protección de tiempo prolongado (sobrecarga) del disyuntor
- I_{sd} , t_{sd} = ajuste de protección de corto plazo (cortocircuito) del disyuntor, que debe seleccionarse de acuerdo con las características de tiempo/corriente de la corriente de entrada que energiza el transformador,
- I_i = Ajuste de la Protección Instantánea (cortocircuito) del interruptor automático

Disyuntores con ajuste de disparo magnético muy alto, como el Compact NSX con disparador termomagnético TMD o Acti 9 curva D

(ver **figura N35**)



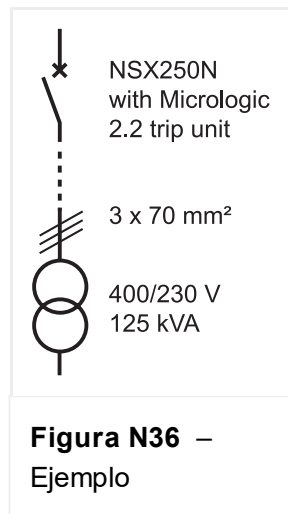
Ejemplo

(ver **figura N36**)

Un circuito trifásico de 400 V alimenta un transformador de 125 kVA 400/230 V ($I_n = 180$ A) para el cual el primer pico de corriente de entrada puede alcanzar $12 I_n$ (valor proporcionado por el fabricante del transformador), es decir, $12 \times 180 = 2160$ A.

Este valor máximo de corriente corresponde a un valor rms equivalente térmico de $2160 / \sqrt{2} = 1530$ A.

Por lo tanto , un interruptor automático Compact NSX250N con un ajuste I_r de 200 A y un ajuste I_{sd} de $8 \times I_r$ (= 1600 A) sería un dispositivo de protección adecuado.



Características eléctricas típicas de los transformadores BT/BT 50 Hz.

Estos valores se dan a modo de ejemplo, consulte siempre los datos técnicos del fabricante.

Trifásico (≤ 80A)													
clasificación kVA	5	6.3	8	10	12.5	dieciséis	20	25	31,5	40	50	63	80
Pérdidas sin carga (W)	100	110	130	150	160	170	270	310	350	350	410	460	520
Pérdida de carga a potencia nominal (W)	250	320	390	500	600	840	800	1180	1240	1530	1650	2150	2540
Tensión de cortocircuito (%)	4.5	4.5	4.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5	5	4.5	5	5

Trifásico (≥ 100A)										
clasificación kVA	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
Pérdidas sin carga (W)	570	680	680	790	950	1160	1240	1485	1855	2160
Pérdida de carga a potencia nominal (W)	3700	3700	5900	5900	6500	7400	9300	9400	11400	13400
Tensión de cortocircuito (%)	5.5	4.5	5.5	5	5	4.5	6	6	5.5	5.5

monofásico														
clasificación kVA	8	10	12.5	dieciséis	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Pérdidas sin carga (W)	105	115	120	140	150	175	200	215	265	305	450	450	525	635
Pérdida de carga a potencia nominal (W)	400	530	635	730	865	1065	1200	1400	1900	2000	2450	3950	3950	4335
Tensión de cortocircuito (%)	5	5	5	4.5	4.5	4.5	4	4	5	5	4.5	5.5	5	5

Protección de transformadores BT/BT mediante disyuntores Schneider Electric

Para obtener tablas actualizadas para elegir el disyuntor adecuado para la protección de transformadores BT/BT, consulte la [Información técnica complementaria más reciente: Guía de selectividad, conexión en cascada y coordinación](#) .

Esta página se editó por última vez el 29 de octubre de 2021 a las 16:51.



Circuitos de iluminación

Fuente de confort y productividad, la iluminación representa el 15% de la cantidad de electricidad consumida en la industria y el 40% en los edificios. La calidad de la iluminación (estabilidad lumínica y continuidad del servicio) depende de la calidad de la energía eléctrica así consumida. Por ello, el suministro de energía eléctrica a las redes de iluminación ha adquirido una gran importancia.

Para ayudar en su diseño y simplificar la selección de los dispositivos de protección adecuados, se presenta un análisis de las diferentes tecnologías de lámparas. Se discuten las características distintivas de los circuitos de iluminación y su impacto en los dispositivos de control y protección. Se dan recomendaciones relativas a las dificultades de implementación del circuito de iluminación.

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:48.



Las diferentes tecnologías de lámparas.

La radiación luminosa artificial se puede producir a partir de energía eléctrica según dos principios: incandescencia y luminiscencia.

La incandescencia es la producción de luz mediante la elevación de la temperatura. El ejemplo más común es un filamento calentado a un estado blanco mediante la circulación de una corriente eléctrica. La energía suministrada se transforma en calor por efecto Joule y en flujo luminoso.

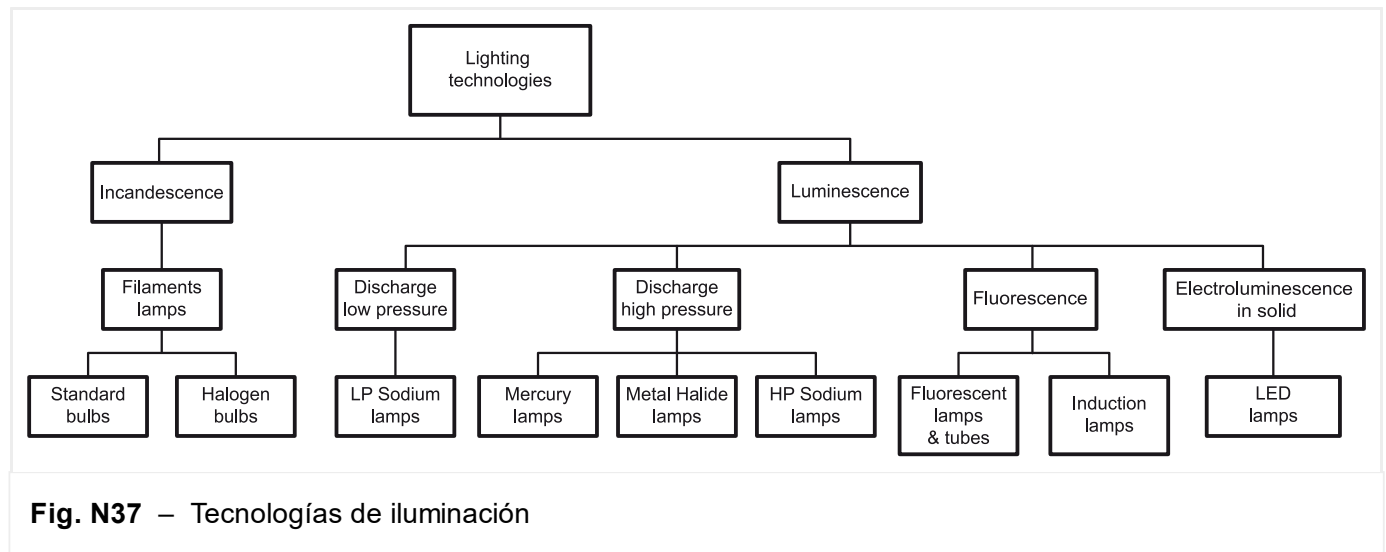
La luminiscencia es el fenómeno de emisión por un material de radiación luminosa visible o casi visible. Un gas (o vapores) sometido a una descarga eléctrica emite radiación luminosa (Electroluminiscencia de gases). El material puede ser un gas o un sólido.

- Electroluminiscencia de gases: un gas (o vapores) sometido a una descarga eléctrica emite radiación luminosa
- Electroluminiscencia en sólido: componente electrónico semiconductor que tiene la capacidad de emitir radiación visible cuando lo atraviesa una corriente eléctrica.

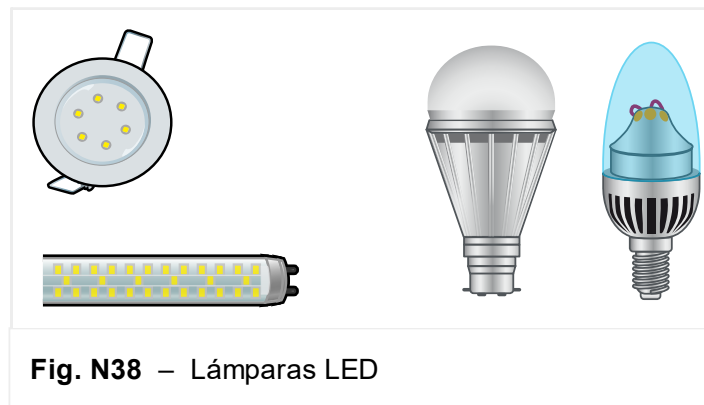
Sobre la electroluminiscencia de los gases dado que este gas no conduce a temperatura y presión normales, la descarga se produce generando partículas cargadas que permiten la ionización del gas. La naturaleza, presión y temperatura del gas determinan el espectro luminoso.

La fotoluminiscencia es la luminiscencia de un material expuesto a radiación visible o casi visible (ultravioleta, infrarroja).

Cuando la sustancia absorbe radiación ultravioleta y emite radiación visible que se detiene poco tiempo después de la activación, se habla de fluorescencia.



Diodos emisores de luz (LED) (ver **Fig. N38**)



El principio de los diodos emisores de luz es la emisión de luz por un semiconductor cuando una corriente eléctrica lo atraviesa.

Hace algunos años, la tecnología LED estaba reservada a aplicaciones que requerían luz de pequeña potencia como señalización, semáforos, señales de salida o iluminación de emergencia.

Ahora, gracias al desarrollo y la disponibilidad de los LED de potencia (varios vatios por componente), los fabricantes de iluminación ofrecen soluciones integrales con capacidad para adaptar todas las aplicaciones en cualquier ámbito (edificios residenciales, comerciales e industriales, infraestructuras).

De hecho, LED es la primera tecnología de iluminación que tiene la capacidad de implementarse en cualquier aplicación con el nivel adecuado de eficiencia y abriendo el uso de funciones de control no accesibles para otras tecnologías.

Los LED son dispositivos de bajo voltaje y baja corriente, por lo que son adecuados para alimentación por batería.

Se requiere un convertidor para una fuente de alimentación de línea, llamado controlador.

Las principales ventajas de los LED son su bajo consumo energético, robustez, larga vida útil y capacidad de control sin límites. (atenuación, conmutación, tensión muy baja, sin tiempo de retardo para el flujo luminoso completo)

Además, el LED es más fácil de reciclar que la tecnología fluocompacta.

Lámparas incandescentes

Las lámparas incandescentes son históricamente las más antiguas y las de uso más común.

Se basan en el principio de un filamento que se vuelve incandescente en el vacío o en una atmósfera neutra que evita la combustión.

Se hace una distinción entre:

- **Bombillas estándar**

Estos contienen un filamento de tungsteno y están llenos de un gas inerte (nitrógeno y argón o criptón).

- **bombillas halógenas**

Estos también contienen un filamento de tungsteno, pero están llenos de un compuesto halógeno y un gas inerte (criptón o xenón). Este compuesto halógeno es responsable del fenómeno de regeneración del filamento, lo que aumenta la vida útil de las lámparas y evita que se ennegrezcan. También permite una mayor temperatura del filamento y por tanto una mayor luminosidad en bombillas de menor tamaño.

La principal desventaja de las lámparas incandescentes es su importante disipación de calor, lo que da como resultado una baja eficiencia luminosa.

Lámparas fluorescentes

Esta familia abarca los tubos fluorescentes y las lámparas fluorescentes compactas.

En los tubos fluorescentes, una descarga eléctrica hace que los electrones choquen con los iones del vapor de mercurio, lo que produce radiación ultravioleta debido a la energización de los átomos de mercurio. El material fluorescente que recubre el interior de los tubos transforma esta radiación en luz visible.

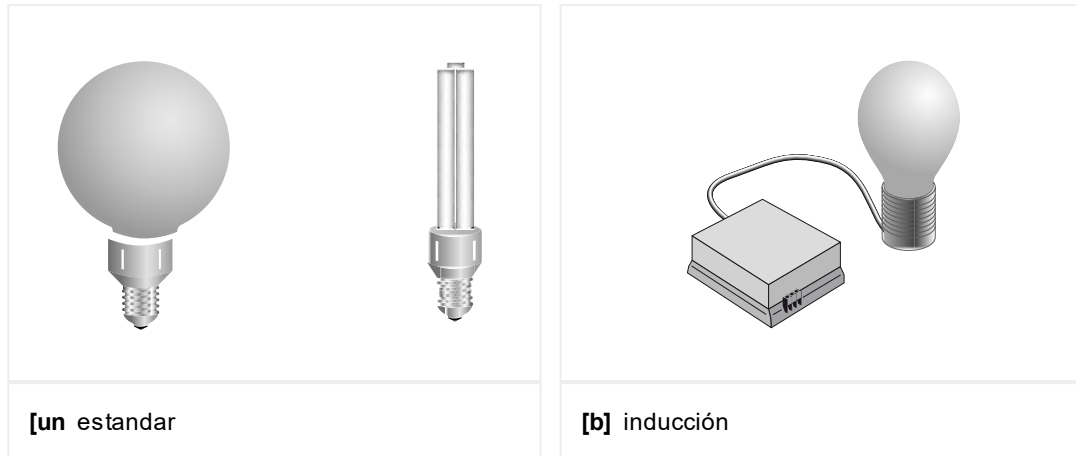
Los tubos fluorescentes disipan menos calor y tienen una vida útil más larga que las lámparas incandescentes, pero necesitan un dispositivo de encendido llamado "encendido" y un dispositivo para limitar la corriente en el arco después del encendido. Este dispositivo llamado "lastre" suele ser un estrangulador colocado en serie con el arco.

Las lámparas fluorescentes compactas se basan en el mismo principio que un tubo fluorescente. Las funciones de arranque y balastro están aseguradas por un circuito electrónico (integrado en la lámpara) que permite el uso de tubos más pequeños plegados sobre sí mismos.

Las lámparas fluorescentes compactas (ver **Fig. N39**) se desarrollaron para reemplazar las lámparas incandescentes: ofrecen importantes ahorros de energía (15 W frente a 75 W para el mismo nivel de brillo) y una mayor vida útil.

Las lámparas llamadas de tipo "inducción" o "sin electrodos" funcionan según el principio de ionización del gas presente en el tubo mediante un campo electromagnético de muy alta frecuencia (hasta 1 GHz). Su vida útil puede llegar a las 100.000 horas.

Fig. N39 – Lámparas fluorescentes compactas



Lámparas de descarga

(ver **figura N40**)



La luz se produce mediante una descarga eléctrica creada entre dos electrodos dentro de un gas en una bombilla de cuarzo. Por tanto, todas estas lámparas necesitan un balastro para limitar la corriente en el arco. Se han desarrollado varias tecnologías para diferentes aplicaciones.

Las lámparas de vapor de sodio de baja presión tienen el mejor rendimiento lumínico, pero la reproducción cromática es muy pobre, ya que sólo emiten una radiación monocromática de color naranja.

Las lámparas de vapor de sodio de alta presión producen una luz blanca con un matiz anaranjado.

En las lámparas de vapor de mercurio de alta presión, la descarga se produce en una ampolla de cuarzo o cerámica a alta presión. Estas lámparas se denominan “lámparas fluorescentes de descarga de mercurio”. Producen una luz blanca azulada característica.

Las lámparas de halógenos metálicos son la última tecnología. Producen un color con un amplio espectro de colores. El uso de un tubo cerámico ofrece una mejor eficiencia luminosa y una mejor estabilidad del color.

Tecnología	Solicitud	Ventajas	Desventajas
CONDUJO	• cualquier aplicación de iluminación en residencial, • edificación comercial o industrial, e infraestructuras	• Bajo consumo de energía, • Baja temperatura en la cara frontal, • Ninguna emisión en el ultravioleta y pocos infrarrojos, • Robustez frente a vibraciones, • Toda la vida, • Insensible al número de operaciones de conmutación. • reencendido inmediato	• Costo (en constante disminución), • Espectro azul para LED blanco, • Manejo de la temperatura
Incandescente estándar	• Uso doméstico • Iluminación decorativa localizada	• Conexión directa sin apartamento intermedia • Precio de compra razonable • Tamaño compacto • Iluminación instantánea • Buena reproducción cromática	• Baja eficiencia luminosa y alto consumo eléctrico. • Disipación de calor significativa • Vida útil corta

Incandescente halógena	● Iluminación puntual ● Iluminación intensa	● Conexión directa ● Eficiencia instantánea ● Excelente reproducción cromática	● Eficiencia luminosa media
Tubo fluorescente	● Tiendas, oficinas, talleres. ● Al aire libre	● Alta eficiencia luminosa ● Representación cromática media	● Baja intensidad de luz de una sola unidad. ● Sensible a temperaturas extremas
Lámpara compacta fluorescente	● Uso doméstico ● Oficinas ● Reemplazo de lámparas incandescentes.	● Buena eficiencia luminosa ● Buena reproducción cromática	● Alta inversión inicial en comparación con las lámparas incandescentes.
vapor de mercurio HP	● Talleres, naves, hangares- Suelos de fábrica.	● Buena eficiencia luminosa ● Reproducción cromática aceptable ● Tamaño compacto ● Larga vida útil	● Tiempo de encendido y reencendido de unos minutos.
Sodio de alta presión	● Al aire libre ● Grandes salones	● Muy buena eficiencia luminosa	● Tiempo de encendido y reencendido de unos minutos.
Sodio a baja presión	● Al aire libre ● Iluminación de emergencia	● Buena visibilidad en tiempo de niebla. ● Económico de usar	● Largo tiempo de iluminación (5 min.) ● Representación cromática mediocre
Halogenuros metálicos	● Grandes áreas ● Salones con techos altos	● Buena eficiencia luminosa ● Buena reproducción cromática ● Larga vida útil	● Tiempo de encendido y reencendido de unos minutos.

Fig. N41 – Uso y características técnicas de los dispositivos de iluminación.

Tecnología	Potencia (vatios)	Eficiencia (lúmenes/vatios)	Vida útil (horas)
CONDUJO	1 – 400	>100 (aumento continuo)	20.000 – 50.000
Incandescente estándar	3 – 1.000	10 – 15	1.000 – 2.000

Incandescente halógena	5 – 500	15 – 25	2.000 – 4.000
Tubo fluorescente	4 – 56	50 – 100	7.500 – 24.000
Lámpara compacta fluorescente	5 – 40	50 – 80	10.000 – 20.000
vapor de mercurio HP	40 – 1.000	25 – 55	16.000 – 24.000
Sodio de alta presión	35 – 1.000	40 – 140	16.000 – 24.000
Sodio a baja presión	35 – 180	100 – 185	14.000 – 18.000
Halogenuros metálicos	30 – 2000	50 – 115	6.000 – 20.000

Los diferentes modos de suministro de energía.

(ver **figura N42**)

Fig. N42 – Diferentes modos de suministro de energía

Tecnología	Modo de fuente de alimentación	Otro dispositivo
Lámparas y accesorios LED	Conductor	Controlador con control de atenuación (1-10V o DALI principalmente)
Incandescente estándar	Fuente de alimentación directa	Regulador de intensidad
Incandescente halógena		
Incandescente halógena ELV	Transformador	Convertidor electrónico
Tubo fluorescente	Lastre magnético y arrancador.	Balastro electrónico Atenuador electrónico + balastro
Lámpara compacta fluorescente	Balastro electrónico incorporado	
vapor de mercurio	Lastre magnético	Balastro electrónico
Sodio de alta presión		
Sodio a baja presión		
Halogenuros metálicos		

Esta página se editó por última vez el 4 de agosto de 2022 a las 07:31.

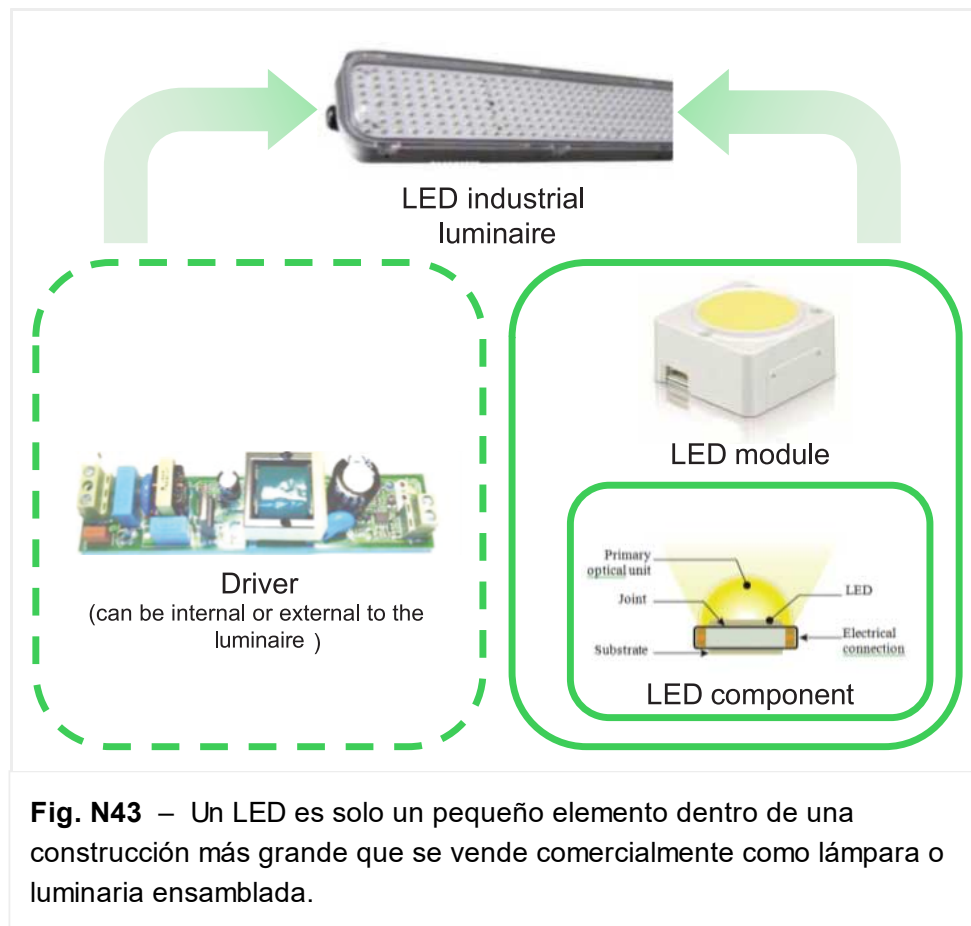


Iluminación LED - características

La tecnología de iluminación LED presenta la particularidad de ser la primera tecnología que permite desarrollar soluciones adecuadas y eficaces para todas las aplicaciones de iluminación funcional, a diferencia de tecnologías anteriores.

Para comprender mejor por qué el uso de iluminación LED puede generar estas notables ganancias de eficiencia, primero es necesario explicar la terminología básica. A continuación se enumeran las definiciones de los términos clave en uso:

- **LED (diodo emisor de luz)** : semiconductor de tipo diodo que emite luz cuando pasa corriente a través de él. Los materiales semiconductores LED convierten la energía eléctrica en radiación electromagnética visible (es decir, en luz).
- **Componente LED** : el sustrato y la unidad óptica principal del conjunto de iluminación. El propósito del componente LED es proteger el semiconductor y conducir el calor generado por el LED a los sistemas de disipación.
- **Módulo LED** : conjunto de uno o más componentes LED con elementos ópticos, mecánicos y térmicos.
- **Luminaria LED** : un sistema completo que consta de un módulo LED, una carcasa, un reflector óptico, cableado, conectores, juntas, sistema de disipación de calor (disipador de calor o ventilador) y, en la mayoría de los casos, el controlador.
- **Controlador** : Dispositivo electrónico que puede convertir la energía eléctrica de una red eléctrica de CA de bajo voltaje en energía eléctrica adecuada para la luminaria LED (voltaje y corriente continua). El controlador puede ser externo o interno a la luminaria. Un controlador puede alimentar una o más luminarias. La función de atenuación de la luz se puede integrar en este dispositivo (control 1-10 V, control DALI, ...)



Corrientes de irrupción y de estado estacionario

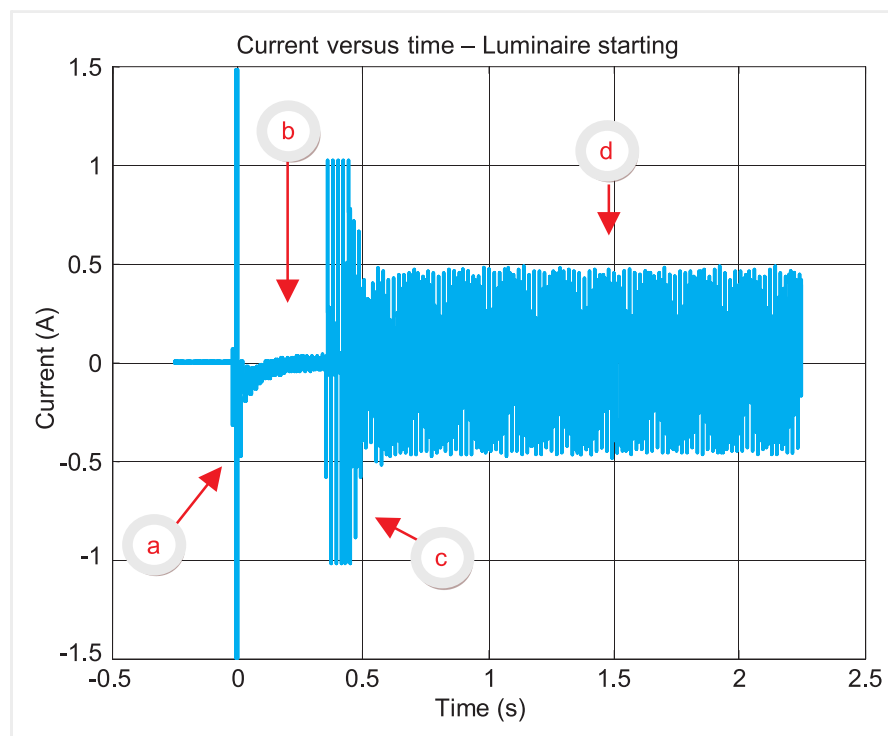
Cuando una luminaria LED se energiza por primera vez, la luminaria requiere una corriente variable durante el primer segundo intervalo de tiempo y luego la corriente se estabiliza tan pronto como se alcanzan las condiciones operativas nominales. Durante la fase de encendido ocurren tres eventos transitorios fundamentales: la alimentación de la luminaria, el arranque del driver y el encendido del módulo LED (la luz está encendida). Luego, la luminaria pasa a la condición de funcionamiento en estado estable.

En los momentos iniciales después de energizar una luminaria, aparece una importante corriente transitoria (puede ser hasta 250 veces la corriente nominal dependiendo de las características de los productos) debido a los capacitores utilizados para realizar la corrección del factor de potencia (el factor de potencia de las luminarias LED). es generalmente superior al 90%, ya que el driver de la luminaria incluye una etapa de

corrección del factor de potencia). La duración de esta corriente transitoria es inferior a 1 milisegundo (ms). Cuando la luminaria está encendida, la corriente estará en su nivel más alto cuando el ángulo de voltaje sea de 90° (en ese caso, el voltaje está en su valor máximo de 325 V para una red de 230 V CA). Cuando se enciende con voltaje de ángulo cero, la corriente de entrada es mucho menor.

Una vez pasada la corriente de entrada transcurre un intervalo de tiempo de entre 100 ms y 1,5 segundos. Durante este tiempo, el controlador se inicializa (se energiza la fuente de alimentación para los circuitos de control electrónicos, por ejemplo). La corriente consumida durante esta fase es menor que la corriente nominal.

Una vez que se inicializa el controlador, el módulo LED se energiza y aparece una luz. Durante el período inicial de alimentación del módulo que contiene los LED se produce una sobrecarga de aproximadamente el doble de la corriente nominal. **La Fig. N44** ilustra las distintas etapas involucradas en la energización de la luminaria. Tenga en cuenta que el estado 4 en **la Fig. N44** representa la condición de funcionamiento en estado estable.



- [a] Estado 1 : Fuente de alimentación inicial,
- [b] Estado 2 : Arranque del controlador,
- [c] Estado 3 : Alimentación del módulo LED,
- [d] Estado 4 : Condiciones de funcionamiento en estado estable

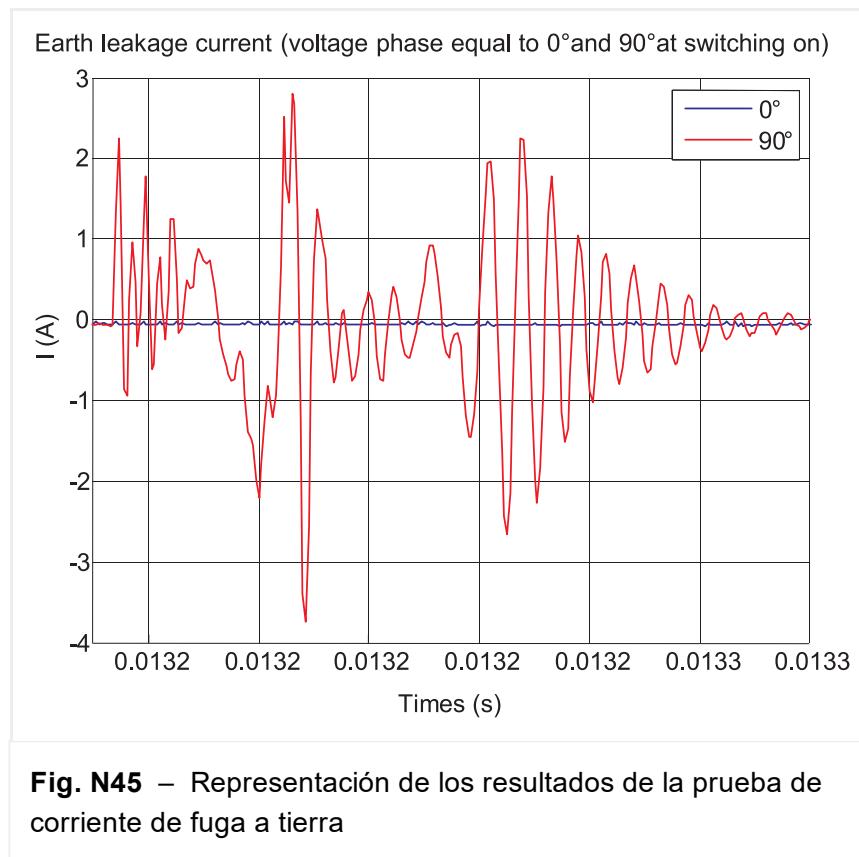
Fig. N44 – Ilustración de cuatro estados de un LED energizado

En estado estable, la corriente consumida por las luminarias LED no es perfectamente sinusoidal. La distorsión armónica total de la corriente (THDI) oscila entre el 10% y el 20%. Dado que las corrientes nominales de las luminarias LED son bajas, el impacto de estas corrientes en la tensión de la red es leve. Las mediciones en varias plantas industriales alimentadas por el sistema público de suministro de energía de bajo voltaje (en el que la impedancia de cortocircuito es baja) muestran que la distorsión armónica total de voltaje (THDV) es generalmente inferior al 3%. Según la norma IEC 61000-2-4 ^[1] relativa a los niveles de compatibilidad de las tolerancias de tensión, si el THDV es inferior al 5 % (entorno electromagnético de clase 1), la red se considera sólida y conforme.

Corrientes de modo común

Definición: cuando las corrientes fluyen sin corrientes opuestas cercanas, la porción de corriente sin oposición se denomina corriente de modo común. Las corrientes de modo común pueden provocar radiación que luego puede provocar interferencias o distorsiones.

¿Cómo afronta la tecnología LED este desafío? En el siguiente ejemplo, las mediciones se realizaron energizando primero 20 luminarias que estaban aisladas de tierra. Dada la configuración, la corriente de fuga sólo se podía devolver a través del conductor de protección a tierra (PE) del cable de alimentación. La corriente que fluye en este conductor en la etapa de energización se presenta a continuación (ver **Fig. N45**).



Para el encendido a tensión cero, la corriente de fuga es prácticamente nula.

La frecuencia de la corriente transitoria es alta (alrededor de 100 kHz).

En la etapa de estado estable, para las 20 luminarias aisladas de tierra, el valor de la corriente de fuga medida a 50 Hz fue de aproximadamente 2 mA.

Notas

1. Norma IEC 61000-2-4: Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 2: Medio ambiente - Sección 4: Niveles de compatibilidad en plantas industriales para perturbaciones conducidas de baja frecuencia

Esta página se editó por última vez el 20 de diciembre de 2019 a las 17:52.



Iluminación LED: limitaciones y recomendaciones

Para comprender el impacto que tendrán las tecnologías LED en las redes eléctricas existentes, es importante analizar el comportamiento de todos los elementos clave de la red. A continuación se muestra una lista de riesgos potenciales a considerar y también algunas recomendaciones para mitigar esos riesgos.

El riesgo relacionado con la selección del disyuntor.

La elección de las características del interruptor depende de la naturaleza de la carga alimentada. El calibre depende de la sección transversal de los cables a proteger y las curvas se eligen en función de la corriente de irrupción de las cargas.

Al encender luminarias LED, se producen corrientes de entrada muy importantes de hasta 250 veces la corriente nominal según el tipo de controlador durante un tiempo muy corto (< 1 ms). Las curvas normativas según el “estándar” (curvas definidas en NF EN 60898 ^[1] y NF EN 60947-2 ^[2]) utilizadas para las certificaciones de interruptores (que caracterizan corrientes de falla de una duración superior a 10 ms) dan al circuito Umbral de disparo de los interruptores para corrientes mantenidas durante 10 ms o más. Para corrientes transitorias de duración inferior a 10 ms, no existe una curva normalizada. El valor máximo de la corriente total en el momento del encendido depende del tiempo de activación, del número de luminarias que forman el circuito de iluminación y de la potencia de cortocircuito y la arquitectura de la red.

Recomendaciones

Para abordar este riesgo, se debe realizar una elección adecuada del disyuntor (clasificación, curva) durante la fase de diseño de la instalación, de acuerdo con las recomendaciones dadas por el fabricante.

Otra opción, muy útil en el caso de sustituir la iluminación convencional por iluminación LED en una gran instalación existente, es implementar un mando a distancia que incluya la función de paso por cero en lugar del dispositivo estándar. Eso limitará la corriente de entrada total en el orden de 4 a 5.

El riesgo relacionado con el dispositivo de protección diferencial.

La corriente de fuga es máxima para el encendido en el pico de tensión. La frecuencia de esta corriente transitoria es alta (alrededor de 100 kHz). Para el encendido a tensión cero, la corriente de fuga es prácticamente nula.

Recomendaciones

La corriente diferencial permanente a 50 Hz es generalmente inferior a 1 mA para una luminaria. Dado que los circuitos de iluminación están protegidos por dispositivos de protección contra fugas a tierra de 300 mA en aplicaciones comerciales, se puede instalar una gran cantidad de luminarias aguas abajo de un dispositivo de protección. Para una frecuencia de 100 kHz, los dispositivos de protección diferencial no detectan la corriente.

El riesgo del dispositivo de control remoto.

Las categorías de uso estandarizadas (según NF EN 60947-4-1 ^[3] e IEC 61095 ^[4]) estipulan los valores de corriente que el contactor debe establecer o cortar. Estos dependen de la naturaleza de la carga controlada y de las condiciones bajo las cuales se realiza el circuito (cierre y corte). Esta norma solo cubre cargas de iluminación que emplean tecnologías convencionales y no se requiere ninguna prueba para certificar

contactores para controlar luminarias que emplean tecnología LED. Para aparamenta y equipo de control, las principales limitaciones de la tecnología de iluminación LED son las altas corrientes transitorias que pueden generar un desgaste prematuro de los materiales de las almohadillas de contacto.

Recomendaciones con relés estándar

Las reducciones de potencia de contactores y relés de impulsos proporcionadas por los fabricantes deben tenerse en cuenta en la fase de diseño para obtener el nivel adecuado de coordinación con la iluminación LED. Ese rendimiento determinará el mantenimiento de la resistencia eléctrica y la vida útil indicadas por los fabricantes.

Solución con relés inteligentes: contactor inteligente que utiliza el principio de paso por cero

Existe una técnica para limitar el pico de corriente en la excitación de circuitos con comportamiento capacitivo (balastos magnéticos con compensación paralela, balastos electrónicos, driver). Consiste en garantizar que la alimentación de la iluminación se produzca en el momento en que la tensión de línea pasa por cero (llamada “función de paso por cero”).

El uso de un dispositivo de control remoto que incluya la función de cruce por cero reducirá drásticamente la corriente de entrada generada al encender (del orden de 4 a 5 veces). Hasta ahora, sólo los interruptores de estado sólido con semiconductores ofrecen esta posibilidad, pero con las limitaciones de la calefacción generada, son pocos compatibles con el sistema de distribución eléctrica convencional.

El principio de funcionamiento del relé estático consiste en lo siguiente: cuando se aplica el voltaje de control a la entrada del relé, un componente estático interno realiza la función de conmutación en el cruce por cero de la onda de voltaje. La precisión en la conmutación (conexión a la red) es excelente. Luego se reduce la corriente de entrada (consulte **la Figura N46**). Como resultado, es posible utilizar disyuntores sin reducción de potencia. El número de luminarias que pueden alimentarse mediante un único circuito está limitado únicamente por la resistencia térmica del relé inteligente.

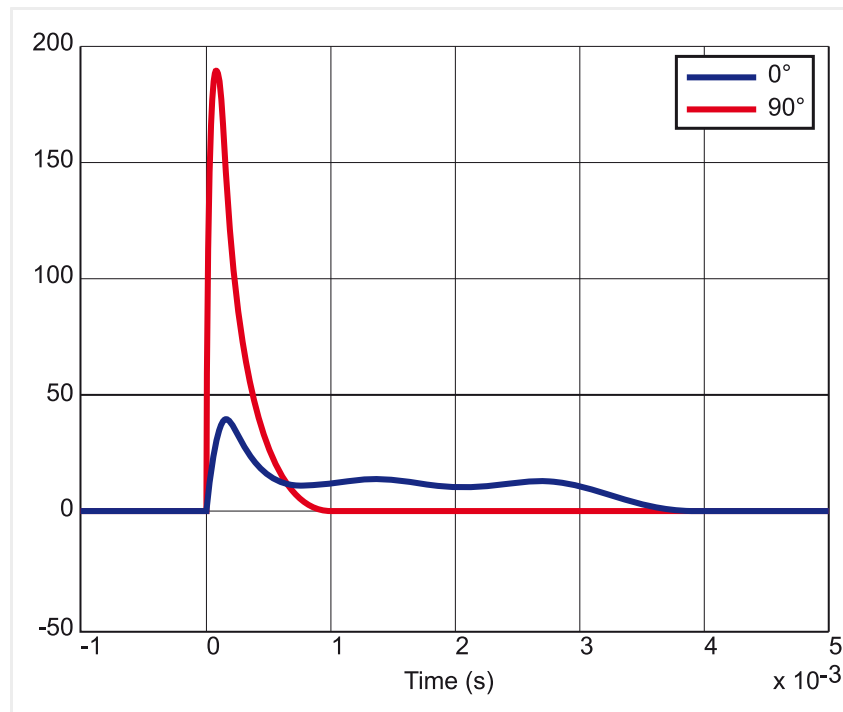


Fig. N46 – Corriente de encendido según el ángulo de tensión (paso por cero y 90°)

Más recientemente, se han desarrollado dispositivos de tecnología híbrida que combinan un interruptor de estado sólido (activación al paso de voltaje por cero) y un contactor electromecánico que cortocircuita el interruptor de estado sólido (reducción de pérdidas en los semiconductores) (ver **Figura N68**).

Para circuitos trifásicos (alimentación de luminarias entre un conductor de fase y un conductor neutro), es preferible un dispositivo de conmutación y control de tipo tripolar a un dispositivo de control de tipo tetrapolar. No cambiar el polo neutro ayudará a evitar que se aplique una sobretensión dañina a la frecuencia eléctrica a través de los terminales de la luminaria si el conductor neutro no se cierra.

Sobretensiones

El riesgo

Como se ilustra en secciones anteriores, el encendido de un circuito de iluminación provoca un estado transitorio que se manifiesta por una sobrecorriente significativa. Esta sobrecorriente va acompañada de una fuerte fluctuación de voltaje aplicada a los terminales de carga conectados al mismo circuito.

Estas fluctuaciones de tensión pueden ser perjudiciales para el correcto funcionamiento de cargas sensibles (microordenadores, controladores de temperatura, etc.)

La solución

Es aconsejable separar la alimentación de estas cargas sensibles de la alimentación del circuito de iluminación.

Se recomienda la instalación de dispositivos de protección tipo “pararrayos” en instalaciones expuestas como alumbrado público, iluminación de aparcamientos o instalaciones industriales.

Notas

1. Norma NF EN 60898: Accesorios eléctricos - Disyuntores para protección contra sobrecorriente para instalaciones domésticas y similares
2. Norma NF EN 60947-2: Aparata y equipo de control de baja tensión - Parte 2: Disyuntores
3. NF EN 60947-4-1: Aparata de distribución y control de baja tensión - Parte 4-1: Contactores y arrancadores de motor - Contactores y arrancadores de motor electromecánicos
4. IEC 61095: contactores electromecánicos para uso doméstico y similar

Esta página se editó por última vez el 20 de diciembre de 2019 a las 17:52.



Lámparas LED: elección del disyuntor

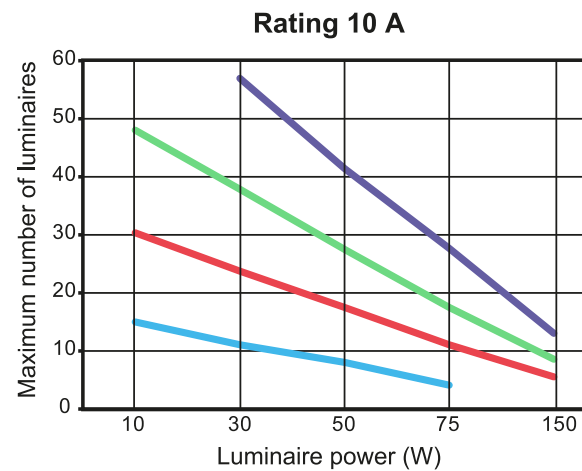
Para las lámparas LED, el dispositivo que limita el número de luminarias es el MCB y no el contactor como ocurre con otras tecnologías de lámparas.

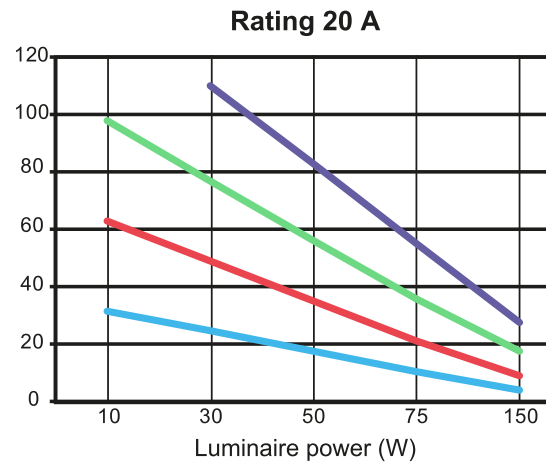
Las nuevas tecnologías de iluminación con interfaces electrónicas (balastos, controladores) provocan una gran corriente de entrada transitoria en el momento del encendido que podría provocar la activación del disyuntor.

Estos fenómenos son especialmente significativos con la iluminación LED.

Curvas de coordinación entre el número de luminarias LED y el calibre del disyuntor

Fig. N47 – Coordinación entre disyuntor y luminarias LED

**[a]** Clasificación 10 A**[b]** Clasificación 16 A



[c] Clasificación 20 A

- Curve B
- Curve C
- Curve D
- Curve B, C, D with iCT+ (or iTL+ up to 16 A)

Número máximo de luminarias LED según el calibre y la curva

del disyuntor

Fig. N48 – Número máximo de lámparas según calibre y curva del disyuntor, para lámparas LED

Potencia unitaria de la luminaria (W)	Clasificación y curva del disyuntor											
	10 A				16 A				20 A			
	B	C	D	B, C, D con TIC+ o iTL+	B	C	D	B, C, D con TIC+ o iTL+	B	C	D	B, C, D con TIC+
10	15	30	48	-	22	44	69	-	32	63	98	-
30	11	24	38	57	17	34	54	90	25	49	77	110
50	8	17	27	41	12	25	39	66	18	35	56	83
75	4	11	17	28	7	15	25	44	11	21	36	55
150	-	5	9	13	2	7	12	22	4	9	18	28
250	-	3	5	8	-	4	7	13	-	5	10	dieciséis
400	-	1	4	5	-	2	6	8	-	3	9	10

Según el dispositivo de control utilizado, el aumento transitorio de corriente puede:

- requieren que el disyuntor se reduzca de acuerdo con el número de luminarias / curvas de coordinación de clasificación del disyuntor, cuando se utilizan dispositivos de control estándar: CT, TL (dispositivo de control electromecánico),
- reducirse mediante el uso de las siguientes tecnologías:
 - softStart: mediante un mando integrado en el driver o un regulador de intensidad,
 - contactor controlado (iTL+, iCT+) (se cierra cuando la tensión pasa por «0», la reducción está relacionada con el Cos ϕ del circuito de iluminación).

Estas tecnologías permiten utilizar disyuntores sin reducción de potencia relacionada con la tecnología de las lámparas.

Ejemplo:

Potencia nominal del circuito = 230 V CA x Clasificación del disyuntor x Cos ϕ .

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:48.

Lámparas LED: elección de contactores

La Figura N49 y la Figura N50 muestran el número máximo de lámparas LED para cada contactor/relé.

- Estos valores están dados para un circuito de 230 V con 2 conductores activos (monofásico fase/neutro o bifásico fase/fase). Para circuitos de 110 V, divida los valores de la tabla por 2.
- Para obtener los valores equivalentes para el conjunto de un circuito trifásico de 230 V, se multiplica el número de lámparas por la potencia total admisible:
 - por $\sqrt{3}$ (1,73) para circuitos con 230 V entre fases sin neutro,
 - por 3 para circuitos con 230 V entre fase y neutro o 400 V entre fases.
- Para reflejo iC60:
 - Para clasificaciones de curva B, el número de lámparas debe reducirse en un 50 %.
 - Para clasificaciones de curva D, el número de lámparas debe aumentarse en un 50 %.

Fig. N49 – Número máximo de lámparas LED para contactores iCT e iCT+

Productos		contactores TIC						contactores TIC+			
tipo de lámpara		Número máximo de luminarias para un circuito monofásico y potencia máxima por circuito									
		16 A		25 A		40 A		63 A		20 A	
Lámparas LED											
	Con conductor	10W	48	500W ^a 1400W	69	700 W ^a 1950 W	98	1000W ^a 3000W	200	2000W ^a 6200W	4660 W x cos φ
		30 vatios	38		54		77		157		
		50W	27		39		56		114		
		75W	17		25		36		73		
		150W	9		12		18		37		
		200 vatios	7		9		15		31		

Fig. N50 – Número máximo de lámparas LED para relés de impulsos iTL e iTL+ y para Reflex iC60 (C-Curve)

Productos	Relés de impulsos iTL	Relés de impulsos iTL+	Reflex iC60 (curva C)
-----------	-----------------------	------------------------	-----------------------

tipo de lámpara			Número máximo de luminarias para un circuito monofásico y potencia máxima por circuito													
			16 A		32A		16 A		10 A		16 A		25 A		40 A	
Lámparas LED																
Con conductor 	10W	69	700W	98	1000W	3680W x	30	300W	44	450W	71	700W	108	1050W	146	1450W
	30W	54	a 1950W	77	a 3000W	cosφ	24	a 850W	34	a 1250W	55	a 2000W	83	a 3050W	113	a 4150W
	50W	39		17			25		40		61		83			
	75W	25		11			15		24		37		50			
	150W	12		5			7		11		17		23			
	200W	9		-			6		10		15		20			

Esta página se editó por última vez el 20 de diciembre de 2019 a las 17:52.

Iluminación LED exterior

Sensibilidad al aumento

Las luminarias con tecnología LED que contienen componentes electrónicos son sensibles a las sobretensiones, que atacarán los controladores de la fuente de alimentación y los componentes LED y, por lo tanto, reducirán drásticamente la vida útil teórica de las luminarias.

Los efectos de la caída de un rayo se pueden abordar de dos maneras: cuando el componente examinado es el que recibe el rayo, se trata de un rayo directo, y cuando el componente examinado simplemente sufre efectos, se trata de un rayo indirecto.

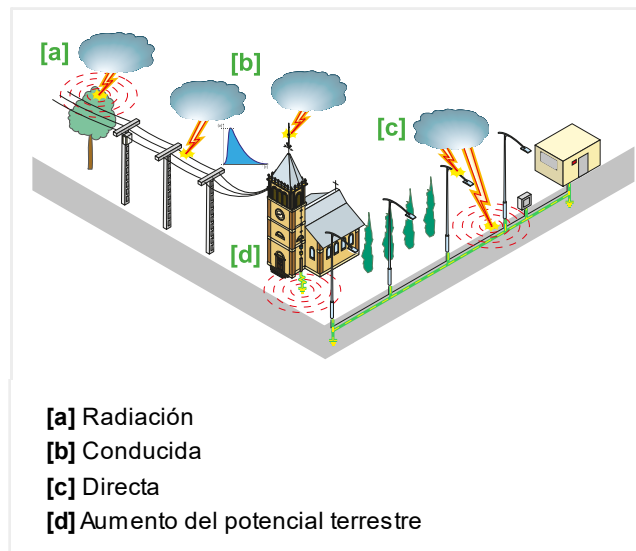


Fig. N51 –Caídas de rayos directos e indirectos

Sobretensión generada por un rayo

El fenómeno atmosférico del rayo se debe a la descarga repentina de la energía eléctrica acumulada en las nubes de tormenta.

- Impacto directo del rayo: cuando el rayo cae sobre una estructura, la corriente del rayo genera una sobretensión de pulso.
- Rayo indirecto: es la manifestación remota de un rayo directo. Sus efectos se presentan aquí desde tres aspectos: sobretensión conducida, aumento del potencial terrestre y radiación.

Nota : Consulte también [Protección contra sobretensión](#) .



Fig. N52 – Dispositivo de protección contra sobretensiones tipo 2

Sobretensión temporal

La principal característica de estas sobretensiones es su frecuencia, que asume la de la red: generalmente 50 Hz o 60 Hz.

Los tipos de sobretensiones se denominan TOV (por sobretensión temporal). Estos TOV podrían generarse por un fallo en el sistema eléctrico, por ejemplo la rotura del neutro: aunque las redes de distribución son normalmente trifásicas, muchos elementos de aparamenta son monofásicos. Dependiendo de las necesidades de cada consumidor de baja tensión se pueden producir desequilibrios de tensión. El caso más problemático es la rotura del neutro, que puede generar un aumento de potencial perjudicial para los dispositivos programados para funcionar con tensión monofásica y que luego se encuentran funcionando con una tensión próxima a la tensión entre fases.



Fig. N53 –
Descargador de

sobretensiones para
circuito de información

Protección de instalación LED exterior

Protección contra sobretensiones transitorias

Se deben utilizar dispositivos de protección contra sobretensiones para proteger la instalación de iluminación LED pública exterior.

Por lo tanto, está disponible toda una gama de descargadores de sobretensiones: descargadores modulares para montaje en carril simétrico, descargadores que pueden instalarse en un cuadro principal de baja tensión o en cajas de luminarias. Todos ellos permiten el flujo de varias corrientes con un nivel de protección de voltaje variable.

Además, se deben utilizar descargadores de sobretensiones para el circuito de información. Deberán adaptarse para dos líneas de baja corriente sin potencial común utilizadas en alumbrado público.

La corriente de entrada no debe exceder los 300 mA.

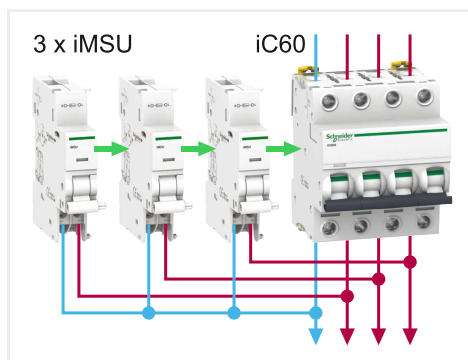


Fig. N54 – Dispositivo de disparo por umbral de tensión

Protección contra TOV mediante dispositivo de disparo por umbral de tensión

El dispositivo de protección se disparará cuando el voltaje en sus terminales exceda su valor nominal.

El disyuntor en miniatura, el dispositivo de protección contra sobretensiones y el dispositivo de disparo del umbral de voltaje están disponibles en un producto completamente integrado (consulte la **Fig. N55**).



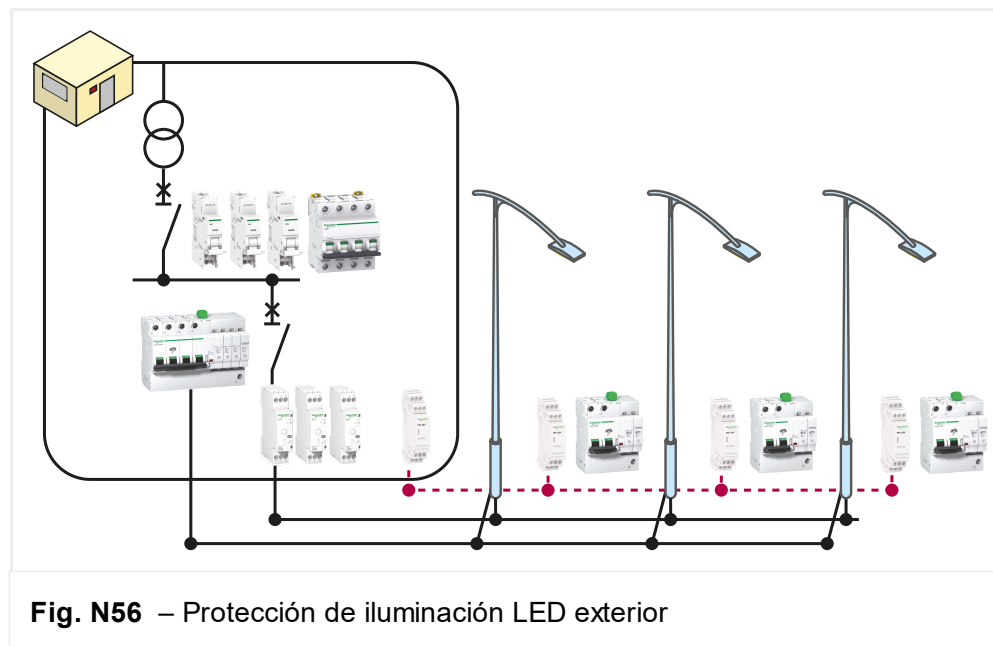
Fig. N55 – Disyuntor en miniatura, dispositivo de protección contra sobretensiones y dispositivo de disparo por umbral de tensión

Conclusión

La protección completa de la instalación (con contactor de paso por cero, dispositivos de protección contra sobretensiones y dispositivo de disparo por umbral de tensión) está representada en la **Fig. N56** .

Podemos ver en la **Fig. N56** que los dispositivos de protección contra sobretensiones están instalados en el cuadro principal de alumbrado público y en la caja de conexiones ubicada en la parte inferior de las columnas de alumbrado. Estas protecciones son de fácil acceso para el servicio. En caso de avería, la sustitución es rápida y sencilla.

La conexión de las columnas metálicas de iluminación al sistema de puesta a tierra permite ajustar diferentes partes del sistema de iluminación al mismo potencial, reduciendo así significativamente las sobretensiones que se producen en las luminarias.



Esta página se editó por última vez el 20 de diciembre de 2019 a las 17:52.



Otras tecnologías de lámparas - características

Para lámparas LED, consulte [Iluminación LED](#) .

Lámparas incandescentes

Lámparas incandescentes con alimentación directa.

Debido a la altísima temperatura del filamento durante el funcionamiento (hasta 2.500 °C), su resistencia varía mucho según si la lámpara está encendida o apagada. Como la resistencia al frío es baja, al encenderse se produce un pico de corriente que puede alcanzar de 10 a 15 veces la corriente nominal durante unos pocos milisegundos o incluso varios milisegundos.

Esta restricción afecta tanto a las lámparas ordinarias como a las halógenas: impone una reducción del número máximo de lámparas que pueden ser alimentadas por dispositivos como telemandos, contactores modulares y relés para canalizaciones prefabricadas.

Lámparas halógenas de muy bajo voltaje (ELV)

- Algunas lámparas halógenas de bajo consumo se alimentan con ELV 12 o 24 V, mediante un transformador o un convertidor electrónico. En un transformador, el fenómeno de magnetización se combina con el fenómeno de variación de la resistencia del filamento en el momento del encendido. La corriente de entrada puede alcanzar de 50 a 75 veces la corriente nominal durante unos pocos milisegundos. El uso de reguladores de intensidad colocados aguas arriba reduce significativamente esta limitación.
- Los convertidores electrónicos, con la misma potencia, son más caros que las soluciones con transformador. Este hándicap comercial se compensa con una mayor facilidad de instalación ya que su baja disipación de calor permite fijarlos sobre un soporte inflamable. Además, suelen tener protección térmica incorporada.

Las nuevas lámparas halógenas ELV ya están disponibles con un transformador integrado en su base. Se pueden alimentar directamente desde la red de BT y pueden sustituir a las lámparas normales sin necesidad de ninguna adaptación especial.

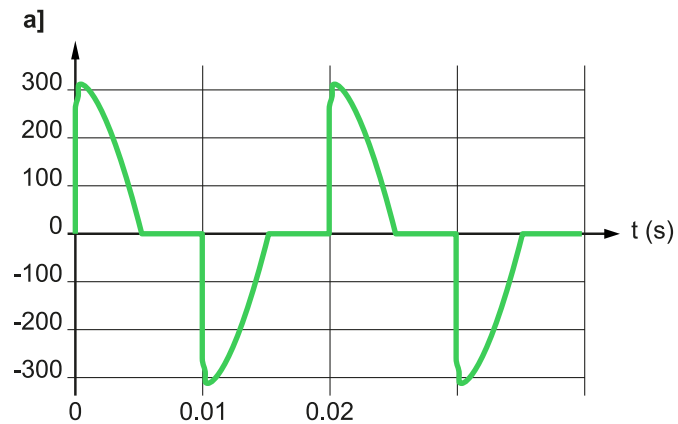
Regulación para lámparas incandescentes.

Esto se puede obtener variando el voltaje aplicado a la lámpara.

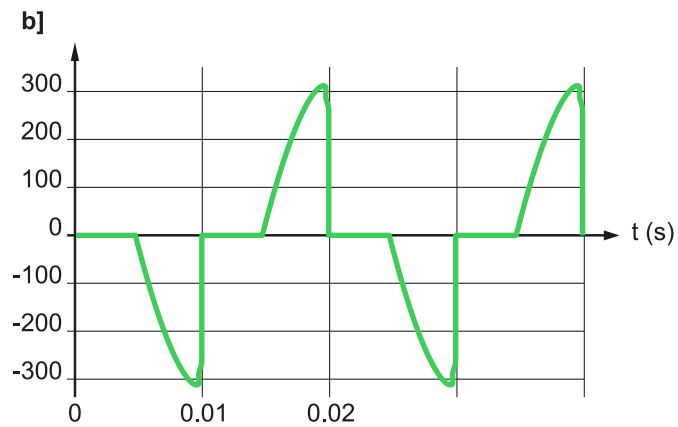
Esta variación de voltaje generalmente se realiza mediante un dispositivo como un atenuador Triac, variando su ángulo de disparo en el período de voltaje de línea. La forma de onda del voltaje aplicado a la lámpara se ilustra en **la Figura N57a** . Esta técnica conocida como "control de corte" es adecuada para suministrar energía a circuitos resistivos o inductivos.

Otra técnica adecuada para suministrar energía a circuitos capacitivos se ha desarrollado con componentes electrónicos MOS o IGBT. Esta técnica varía el voltaje bloqueando la corriente antes del final del medio período (ver **Fig. N57b**) y se conoce como "control de corte".

Fig. N57 — Forma de la tensión suministrada por un atenuador de luz al 50% de la tensión máxima con las siguientes técnicas:



[a] control de corte



[b] control de corte

El encendido gradual de la lámpara también puede reducir, o incluso eliminar, el pico de corriente de encendido.

A medida que la conmutación electrónica distorsiona la corriente de la lámpara, se producen corrientes armónicas. El orden ^{del 3er} armónico es predominante y el porcentaje de la corriente del ^{3er} armónico relacionado con la corriente fundamental máxima (a máxima potencia) se representa en **la Figura N58**.

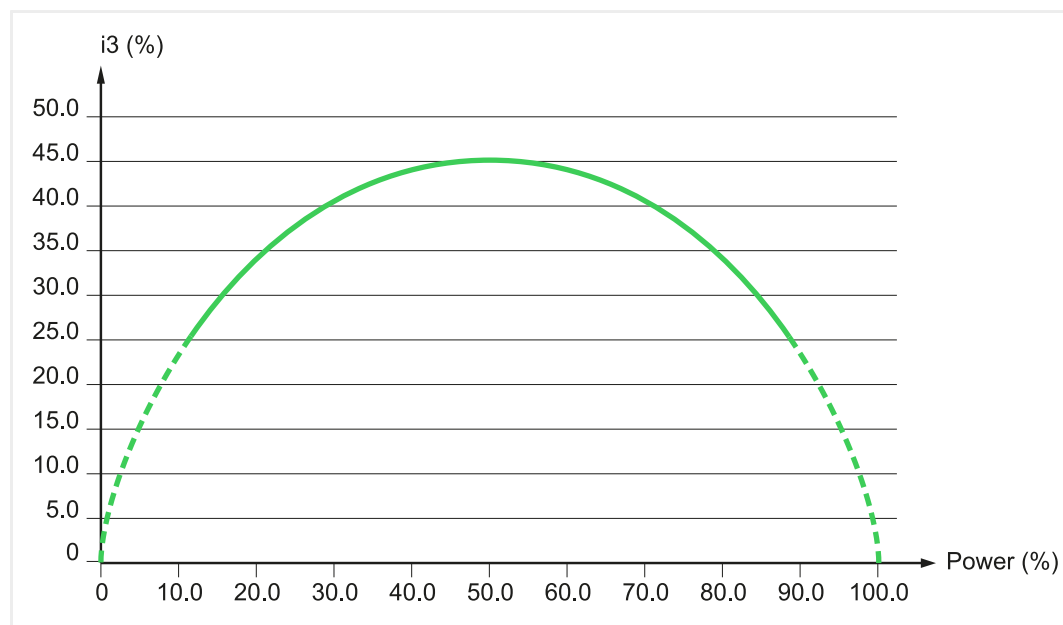


Fig. N58 - Porcentaje de corriente del tercer armónico en función de la potencia aplicada a una lámpara incandescente mediante un regulador de intensidad electrónico

Tenga en cuenta que, en la práctica, la potencia aplicada a la lámpara por un regulador de intensidad sólo puede variar en el rango entre el 15 y el 85% de la potencia máxima de la lámpara.

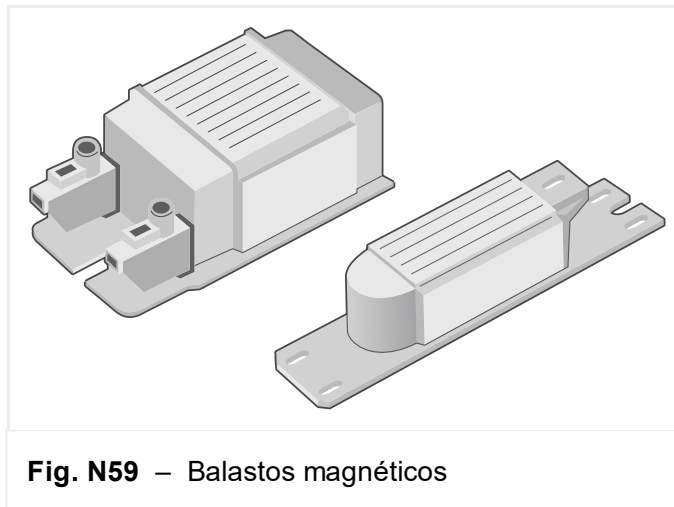
Según la norma IEC 61000-3-2 que establece límites de emisión de armónicos para sistemas eléctricos o electrónicos con corriente ≤ 16 A, se aplican las siguientes disposiciones:

- Los atenuadores independientes para lámparas incandescentes con una potencia nominal inferior o igual a 1 kW no tienen límites.

- En caso contrario, o para equipos de iluminación incandescente con dimmer incorporado o dimmer incorporado en una caja, la corriente máxima permitida del 3er armónico es igual a 2,30 A.

Lámparas fluorescentes y de descarga con balasto magnético

Los tubos fluorescentes y las lámparas de descarga requieren que la intensidad del arco sea limitada, y esta función se cumple mediante un estrangulador (o balastro magnético) colocado en serie con la propia bombilla (ver **Fig. N59**).



Esta disposición se utiliza más comúnmente en aplicaciones domésticas con un número limitado de tubos. No se aplica ninguna restricción particular a los interruptores.

Los reguladores de intensidad no son compatibles con balastos magnéticos: la cancelación de la tensión durante una fracción del período interrumpe la descarga y apaga totalmente la lámpara.

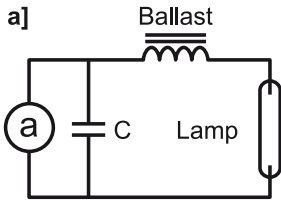
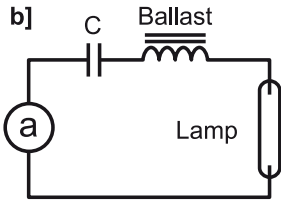
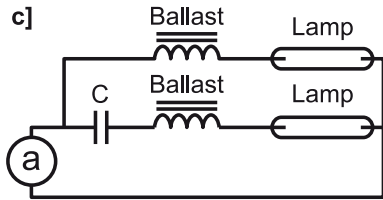
El arrancador tiene una doble función: precalentar los electrodos del tubo y luego generar una sobretensión para encender el tubo. Esta sobretensión se genera por la apertura de un contacto (controlado por un interruptor térmico) que interrumpe la corriente que circula en el balastro magnético.

Durante el funcionamiento del arrancador (aprox. 1 s), la corriente consumida por la luminaria es aproximadamente el doble de la corriente nominal.

Dado que la corriente consumida por el conjunto de tubo y balastro es esencialmente inductiva, el factor de potencia es muy bajo (en promedio entre 0,4 y 0,5). En instalaciones formadas por un gran número de tubos es necesario prever una compensación para mejorar el factor de potencia.

Para grandes instalaciones de iluminación, la compensación centralizada con baterías de condensadores es una posible solución, pero más a menudo esta compensación se incluye a nivel de cada luminaria en una variedad de diseños diferentes (ver **Fig. N60**).

Fig. N60 – Los distintos esquemas de compensación:

a] Ballast  b] Ballast  c] Ballast Lamp 		
Diseño de compensación	Solicitud	Comentarios
Sin compensación	Doméstico	Conexión única
paralelo [a]	Oficinas, talleres, grandes superficies.	Riesgo de sobrecorriente para los dispositivos de control.
Serie [b]		Elija condensadores con alto voltaje de funcionamiento (450 a 480 V)
dúo [c]		Evita el parpadeo

- a. paralelo
- b. serie
- c. series duales también llamadas “dúo” y sus campos de aplicación

Por tanto, los condensadores de compensación están dimensionados de modo que el factor de potencia global sea superior a 0,85. En el caso más común de compensación en paralelo, su capacidad es de media 1 μF para 10 W de potencia activa, para cualquier tipo de lámpara. Sin embargo, esta compensación es incompatible con los reguladores de intensidad.

Restricciones que afectan la compensación

La disposición para la compensación en paralelo crea limitaciones en el encendido de la lámpara. Dado que el condensador está inicialmente descargado, el encendido produce una sobrecorriente. También aparece una sobretensión, debido a las oscilaciones en el circuito formado por el condensador y la inductancia de la fuente de alimentación.

El siguiente ejemplo se puede utilizar para determinar los órdenes de magnitud.

Suponiendo un conjunto de 50 tubos fluorescentes de 36 W cada uno:

- Potencia activa total: 1.800 W
- Potencia aparente: 2 kVA
- Corriente eficaz total: 9 A
- Corriente máxima: 13 A

Con:

- Una capacidad total: $C = 175 \mu\text{F}$
- Una inductancia de línea (correspondiente a una corriente de cortocircuito de 5 kA): $L = 150 \mu\text{H}$

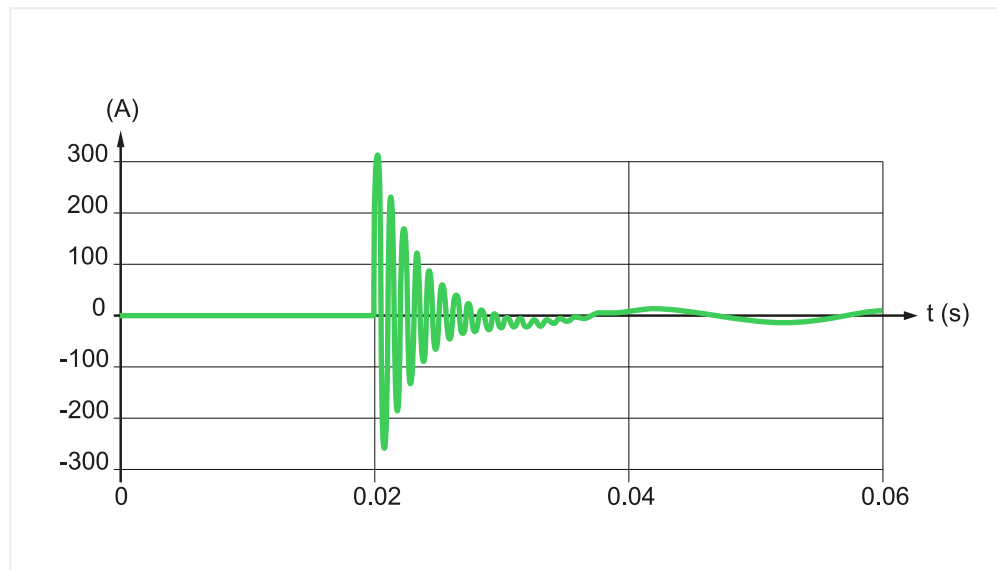
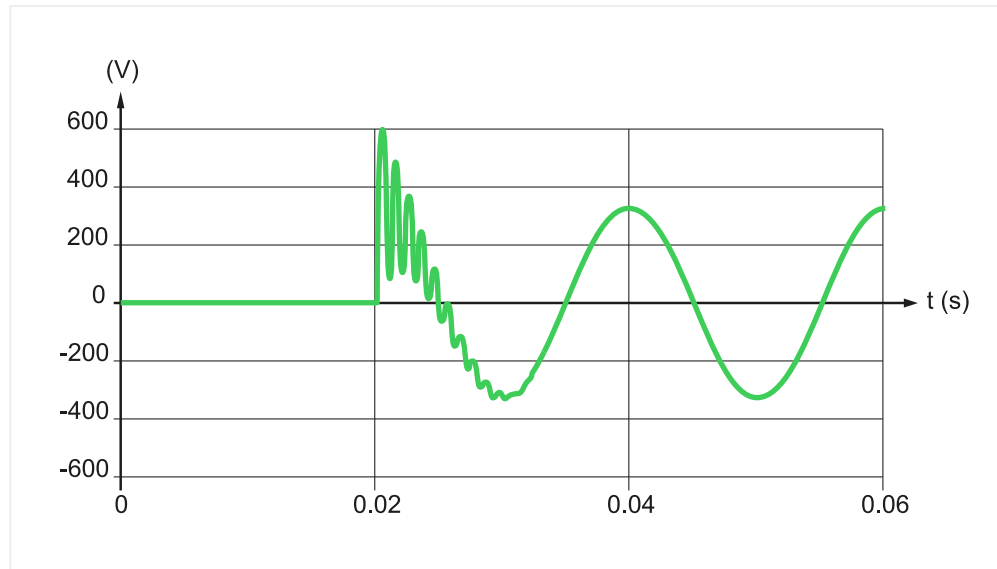
La corriente máxima máxima en el momento del encendido es:

$$I_c = V_{\max} \sqrt{\frac{C}{L}} = 230 \sqrt{\frac{175 \times 10^{-6}}{150 \times 10^{-6}}} = 350 \text{ A}$$

Por lo tanto, la corriente máxima teórica al encender puede alcanzar **27 veces** la corriente máxima durante el funcionamiento normal.

La forma del voltaje y la corriente en el encendido se muestra en **la Figura N60** para el cierre del interruptor en el pico de voltaje de la línea de suministro.

Fig. N61 – Tensión de alimentación en el momento del encendido y corriente de entrada



Por lo tanto, existe riesgo de soldadura de contactos en dispositivos de control electromecánicos (interruptor remoto, contactor, disyuntor) o destrucción de interruptores estáticos con semiconductores.

En realidad, las limitaciones suelen ser menos severas debido a la impedancia de los cables.

El encendido de tubos fluorescentes en grupos implica una limitación específica. Cuando un grupo de tubos ya está encendido, los condensadores de compensación de estos tubos que ya están energizados participan en la corriente de entrada en el momento del encendido de un segundo grupo de tubos: “amplifican” el pico de corriente en el interruptor de control en el momento del encendido. momento de ignición del segundo grupo.

La tabla de **la Figura N62**, resultante de las mediciones, especifica la magnitud del primer pico de corriente, para diferentes valores de corriente de cortocircuito potencial I_{sc} . Se ve que el pico de corriente se puede multiplicar por 2 ó 3, dependiendo del número de tubos ya en uso en el momento de la conexión del último grupo de tubos.

Fig. N62 – Magnitud del pico de corriente en el interruptor de control del momento de encendido de un segundo grupo de tubos

Número de tubos ya en uso	Número de tubos conectados	Pico de corriente de irrupción (A)		
		$I_{sc} = 1.500 \text{ A}$	$I_{sc} = 3.000 \text{ A}$	$I_{sc} = 6.000 \text{ A}$
0	14	233	250	320
14	14	558	556	575
28	14	608	607	624
42	14	618	616	632

No obstante, se recomienda el encendido secuencial de cada grupo de tubos para reducir el pico de corriente en el interruptor principal.

Los balastros magnéticos más recientes se conocen como “de bajas pérdidas”. El circuito magnético se ha optimizado, pero el principio de funcionamiento sigue siendo el mismo. Esta nueva generación de balastos se está generalizando, bajo la influencia de nuevas regulaciones (Directiva Europea, Ley de Política Energética - EE.UU.).

En estas condiciones, es probable que aumente el uso de balastos electrónicos, en detrimento de los balastos magnéticos.

Lámparas fluorescentes y de descarga con balasto electrónico

Los balastos electrónicos se utilizan como sustituto de los balastos magnéticos para suministrar energía a tubos fluorescentes (incluidas las lámparas fluorescentes compactas) y lámparas de descarga. También proporcionan la función de “arranque” y no necesitan ninguna capacidad de compensación.

El principio del balastro electrónico (ver **Fig. N63**) consiste en alimentar el arco de la lámpara a través de un dispositivo electrónico que genera una tensión alterna de forma rectangular con una frecuencia entre 20 y 60 kHz.

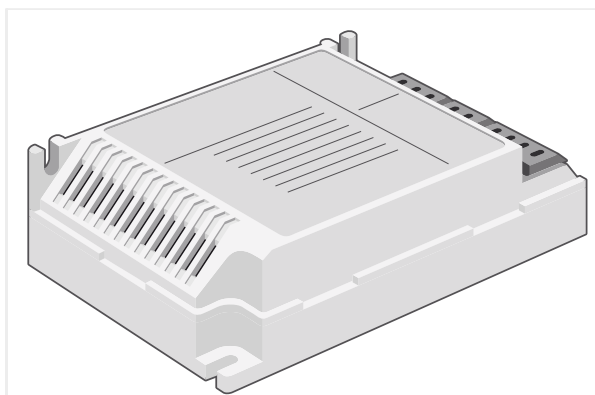


Fig. N63 – Balastro electrónico

Suministrar al arco un voltaje de alta frecuencia puede eliminar totalmente el fenómeno de parpadeo y los efectos estroboscópicos. El balastro electrónico es totalmente silencioso.

Durante el período de precalentamiento de una lámpara de descarga, este balastro suministra a la lámpara un voltaje creciente, imponiendo una corriente casi constante. En estado estacionario, regula el voltaje aplicado a la lámpara independientemente de cualquier fluctuación en el voltaje de la línea.

Dado que el arco se suministra en condiciones óptimas de voltaje, esto se traduce en un ahorro de energía del 5 al 10% y una mayor vida útil de la lámpara. Además, la eficiencia de un balastro electrónico puede superar el 93%, mientras que la eficiencia media de un dispositivo magnético es sólo del 85%.

El factor de potencia es alto ($> 0,9$).

El balastro electrónico también se utiliza para proporcionar la función de atenuación de la luz. De hecho, variar la frecuencia varía la magnitud de la corriente en el arco y, por tanto, la intensidad luminosa.

corriente de irrupción

La principal limitación que los balastos electrónicos imponen a los suministros de línea es la alta corriente de entrada en el encendido vinculada a la carga inicial de los condensadores de suavizado (ver **Fig. N64**).

Fig. N64 – Órdenes de magnitud de los valores máximos de la corriente de irrupción, según las tecnologías utilizadas

Tecnología	Máx. corriente de irrupción	Duración
Rectificador con PFC	30 a 100 pulgadas	$\leq 1\text{ ms}$
Rectificador con estrangulador	10 a 30 pulgadas	$\leq 5\text{ ms}$
Lastre magnético	≤ 13 pulgadas	5 a 10 ms

En realidad, debido a las impedancias del cableado, las corrientes de irrupción para un conjunto de lámparas son muy inferiores a estos valores, del orden de 5 a 10 In durante menos de 5 ms. A diferencia de los balastos magnéticos, esta corriente de irrupción no va acompañada de una sobretensión.

Corrientes armónicas

Para los balastos asociados a lámparas de descarga de alta potencia, la corriente extraída de la red tiene una distorsión armónica total baja ($< 20\%$ en general y $< 10\%$ para los dispositivos más sofisticados).

Por el contrario, los dispositivos asociados con lámparas de baja potencia, en particular las lámparas fluorescentes compactas, consumen una corriente muy distorsionada (ver **Fig. N65**). La distorsión armónica total puede llegar al 150%. En estas condiciones, la corriente eficaz extraída de la red es igual a 1,8 veces la

corriente correspondiente a la potencia activa de la lámpara, lo que corresponde a un factor de potencia de 0,55.

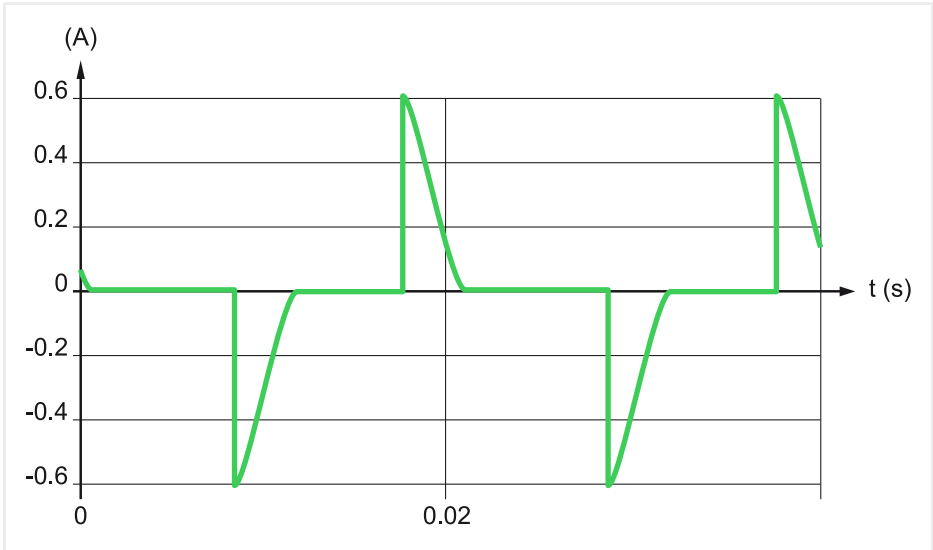


Fig. N65 – Forma de la corriente consumida por una lámpara fluorescente compacta

Para poder equilibrar la carga entre las distintas fases, los circuitos de iluminación se suelen conectar entre fases y neutro de forma equilibrada. En estas condiciones, el alto nivel de tercer armónico y armónicos múltiplos de 3 pueden provocar una sobrecarga del conductor neutro. La situación menos favorable conduce a una corriente neutra que puede alcanzar $\sqrt{3}$ veces la corriente en cada fase.

Los límites de emisión de armónicos para sistemas eléctricos o electrónicos están establecidos por la norma IEC 61000-3-2. Para simplificar, los límites para equipos de iluminación se dan aquí solo para los órdenes armónicos 3 y 5, que son los más relevantes (ver **Fig. N66**).

Fig. N66 – Corriente armónica máxima permitida

orden armónico	Potencia de entrada activa > 25W	Potencia de entrada activa ≤ 25 W, se aplica uno de los 2 conjuntos de límites:
----------------	----------------------------------	---

	% de corriente fundamental	% de corriente fundamental	% Corriente armónica relativa a la potencia activa
3	30	86	3,4 mAW
5	10	61	1,9 mAW

Corrientes de fuga

Los balastos electrónicos suelen tener condensadores colocados entre los conductores de alimentación y tierra. Estos condensadores supresores de interferencias son responsables de la circulación de una corriente de fuga permanente del orden de 0,5 a 1 mA por balasto. Por lo tanto, esto da como resultado que se imponga un límite al número de balastos que pueden ser alimentados por un dispositivo de seguridad diferencial de corriente residual (RCD).

En el momento del encendido, la carga inicial de estos condensadores puede provocar también la circulación de un pico de corriente cuya magnitud puede alcanzar varios amperios durante 10 μ s. Este pico de corriente puede provocar disparos no deseados de dispositivos inadecuados.

Emisiones de alta frecuencia

Los balastos electrónicos son responsables de las emisiones radiadas y conducidas de alta frecuencia.

Los flancos ascendentes muy pronunciados aplicados a los conductores de salida del balasto provocan impulsos de corriente que circulan por las capacidades parásitas hacia tierra. Como resultado, en el conductor de tierra y en los conductores de alimentación circulan corrientes parásitas. Debido a la alta frecuencia de estas corrientes, también se produce radiación electromagnética. Para limitar estas emisiones de HF, la lámpara debe colocarse muy cerca del balasto, reduciendo así la longitud de los conductores que irradian más intensamente.

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:49.



Otras tecnologías de lámparas: limitaciones y recomendaciones

Para lámparas LED, consulte [Iluminación LED](#) .

La corriente realmente consumida por las luminarias.

El riesgo

Esta característica es la primera que se debe definir a la hora de realizar una instalación, de lo contrario es muy probable que se disparen los dispositivos de protección contra sobrecargas y que el usuario se quede muchas veces a oscuras.

Es evidente que en su determinación se debe tener en cuenta el consumo de todos los componentes, especialmente en instalaciones de iluminación fluorescente, ya que a la potencia consumida por los balastros hay que sumar la de los tubos y bombillas.

La recomendación

Para la iluminación incandescente, hay que recordar que la tensión de línea puede ser superior al 10% de su valor nominal, lo que provocaría un aumento de la corriente consumida.

Para la iluminación fluorescente, salvo que se especifique lo contrario, la potencia de los balastros magnéticos se puede evaluar en un 25% de la de las bombillas. Para los balastros electrónicos esta potencia es menor, del orden del 5 al 10%.

Por lo tanto, los umbrales de los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben calcularse en función de la potencia total y del factor de potencia, calculados para cada circuito.

Sobrecorrientes al encender

El riesgo

Los dispositivos utilizados para el control y protección de los circuitos de iluminación son aquellos como relés, triac, telemandos, contactores o disyuntores.

La principal limitación aplicada a estos dispositivos es el pico actual de energización.

Este pico de corriente depende de la tecnología de las lámparas utilizadas, pero también de las características de la instalación (potencia del transformador de alimentación, longitud de los cables, número de lámparas) y del momento de energización en el período de tensión de la línea. Un pico de corriente elevado, aunque sea fugaz, puede provocar que los contactos de un dispositivo de control electromecánico se suelden entre sí o la destrucción de un dispositivo de estado sólido con semiconductores.

Dos soluciones

Debido a la corriente de entrada, la mayoría de los relés comunes son incompatibles con la fuente de alimentación de los dispositivos de iluminación. Por lo tanto, se suelen hacer las siguientes recomendaciones:

- Limite la cantidad de lámparas que se conectarán a un solo dispositivo para que su potencia total sea menor que la potencia máxima permitida para el dispositivo.
- Consulte con los fabricantes qué límites de funcionamiento sugieren para los dispositivos. Esta precaución es particularmente importante al reemplazar lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas.

A modo de ejemplo, la tabla de **la Figura N67** indica el número máximo de tubos fluorescentes compensados que pueden ser controlados por diferentes dispositivos con calibre de 16 A. Tenga en cuenta que el número de tubos controlados está muy por debajo del número correspondiente a la potencia máxima de los dispositivos.

Fig. N67 – El número de tubos controlados está muy por debajo del número correspondiente a la potencia máxima de los dispositivos

Requisito de potencia de la unidad de tubo (W)	Número de tubos correspondientes a la potencia 16 A x 230 V	Número máximo de tubos que pueden controlarse mediante		
		Contactores GC16 A CT16 A	Control remoto interruptores TL16 A	Rompedores de circuito C60-16A
18	204	15	50	112
36	102	15	25	56
58	63	10	dieciséis	34

Pero existe una técnica para limitar el pico de corriente en la excitación de circuitos con comportamiento capacitivo (balastos magnéticos con compensación paralela y balastos electrónicos). Consiste en conseguir que la activación se produzca en el momento en que la tensión de línea pasa por cero. Sólo los interruptores de estado sólido con semiconductores y control específico ofrecen esta posibilidad, pero el calor importante debido a la corriente permanente requiere el uso de calentadores no compatibles con el sistema de distribución eléctrica convencional para la construcción (se debe limitar lo engorroso).

Más recientemente, se han desarrollado dispositivos de tecnología híbrida que combinan un interruptor de estado sólido (activación al pasar el voltaje por cero) y un contactor electromecánico que cortocircuita el interruptor de estado sólido (cancelación de pérdidas en los semiconductores) durante el estado permanente (ver **Fig. N68**). Además, este concepto permite reducir el pico de corriente en el momento del encendido en una proporción de 4 a 5.

Fig. N68 – Ejemplos de dispositivos de control (marca Schneider Electric)

**[a]** Contactor “paso por cero” iCT+**[b]** Contactor “estándar” iCT**[c]** relé de impulso iTL**[d]** MCB controlado remotamente

Sobrecarga del conductor neutro.

El riesgo

Las luminarias LED y los tubos fluorescentes con balastos electrónicos se caracterizan por ser cargas no

lineales que generan corrientes armónicas. Cuando varias de estas luminarias se alimentan entre fase y neutro en un circuito trifásico, los terceros armónicos (y múltiplos de 3) en cada fase se suman en el neutro, lo que puede provocar una sobrecarga del conductor neutro. **La Figura N69** a continuación ofrece una descripción general del nivel H3 típico creado por la iluminación.

Fig. N69 – Descripción general del nivel H3 típico creado por la iluminación

Tipo de lámpara	potencia típica	Modo de ajustes	Nivel típico de H3
Lámpara incandescente con atenuador	100 vatios	atenuador de luz	5 a 45 %
Lámpara halógena ELV	25W	Transformador ELV electrónico	5 %
Tubo fluorescente	100 vatios	Lastre magnético	10 %
	< 25W	Balasto electrónico	85 %
	> 25W	+PFC	30 %
Lámpara de descarga	100 vatios	Lastre magnético	10 %
		balastro electrico	30 %
Lámparas LED	10 a 200W	conductor electrico	10 a 20 %

La solución

En primer lugar, se debe prohibir el uso de un conductor neutro con una sección transversal pequeña (la mitad), tal como lo exige la norma de instalación IEC 60364, sección 523–5–3.

Los efectos se refieren a las consecuencias térmicas en los equipos de conmutación y control, cables y equipos. Se deben a niveles armónicos mantenidos por duraciones iguales o superiores a 10 minutos.

En lo que respecta a los dispositivos de protección contra sobrecorriente, es necesario prever interruptores automáticos de 4 polos con neutro protegido (excepto en el sistema TN-C en el que no se debe cortar el PEN, conductor combinado de neutro y protección).

Este tipo de dispositivo también puede utilizarse para cortar todos los polos necesarios para alimentar las luminarias en tensión entre fases en caso de avería.

Por lo tanto, un dispositivo de corte debería interrumpir el circuito de fase y neutro simultáneamente.

Corrientes de fuga a tierra

El riesgo

Durante el encendido, las capacidades de tierra de los balastos electrónicos o del driver son responsables de picos de corriente residual que pueden provocar el disparo involuntario de los dispositivos de protección.

Dos soluciones

Se recomienda, incluso imprescindible, el uso de Dispositivos de Corriente Residual que proporcionen inmunidad contra este tipo de corriente de impulso al equipar una instalación existente (ver **Fig. N70**).



Fig. N70 – si dispositivos de corriente residual con inmunidad contra corrientes de impulso (marca Schneider-Electric)

Para una instalación nueva, es conveniente prever dispositivos de paso por cero (contactores o relés de impulsos) que reduzcan estas corrientes de impulso (activación por paso de tensión por cero).

Sensibilidad de los dispositivos de iluminación a las perturbaciones de la tensión de línea.

breves interrupciones

El riesgo

Las lámparas de descarga requieren un tiempo de reencendido de unos minutos después de que se haya cortado el suministro eléctrico.

La solución

Se deberá prever iluminación parcial con reencendido instantáneo (lámparas incandescentes, lámparas LED o tubos fluorescentes, o lámparas de descarga de “reencendido en caliente”) si los requisitos de seguridad así lo exigen. Su circuito de alimentación suele ser, según la normativa vigente, distinto del circuito de iluminación principal. La iluminación LED también es una alternativa para superar esa limitación

Fluctuaciones de voltaje

El riesgo

La mayoría de los dispositivos de iluminación (a excepción de las lámparas alimentadas por balastos electrónicos) son sensibles a las fluctuaciones rápidas de la tensión de alimentación. Estas fluctuaciones provocan un fenómeno de parpadeo que resulta desagradable para los usuarios e incluso puede provocar problemas importantes. Estos problemas dependen tanto de la frecuencia de las variaciones como de su magnitud.

La norma IEC 61000-2-2 (“niveles de compatibilidad para perturbaciones conducidas de baja frecuencia”) especifica la magnitud máxima permitida de las variaciones de tensión en función del número de variaciones por segundo o por minuto.

Estas fluctuaciones de voltaje son causadas principalmente por cargas fluctuantes de alta potencia (hornos de arco, máquinas de soldar, motores de arranque).

La solución

Se pueden utilizar métodos especiales para reducir las fluctuaciones de voltaje. No obstante, es aconsejable, siempre que sea posible, alimentar los circuitos de iluminación a través de una línea de alimentación independiente.

Se recomienda el uso de balastros electrónicos para aplicaciones exigentes (hospitales, salas blancas, salas de inspección, salas de ordenadores, etc).

Novedades en equipos de control y protección.

El uso de reguladores de luz es cada vez más común. Por tanto, las limitaciones de encendido se reducen y la reducción de potencia de los equipos de control y protección es menos importante.

Se están introduciendo nuevos dispositivos de protección adaptados a las limitaciones de los circuitos de iluminación, como los disyuntores de la marca Schneider Electric y los disyuntores diferenciales modulares con inmunidad especial, como los interruptores ID tipo si y los disyuntores Vigi. A medida que los equipos de control y protección van evolucionando, algunos ofrecen ahora control remoto, gestión 24 horas, control de iluminación, reducción de consumos, etc.

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:49.

Otras tecnologías de lámparas: elección de contactores

Para lámparas LED, consulte [LED: elección de contactores](#).

Los contactores modulares y los relés de impulso no utilizan las mismas tecnologías. Su clasificación se determina según diferentes estándares y no corresponde a la corriente nominal del circuito.

Por ejemplo, para un calibre determinado, un relé de impulsos es más eficiente que un contactor modular para el control de luminarias con una fuerte corriente de entrada o con un factor de potencia bajo (circuito inductivo no compensado).

Las Fig. N71a y N71b muestran el número máximo de luminarias para cada relé, según el tipo, potencia y configuración de una determinada lámpara.

- Estos valores están dados para un circuito de 230 V con 2 conductores activos (monofásico fase/neutro o bifásico fase/fase). Para circuitos de 110 V, divida los valores de la tabla por 2.
- Para obtener los valores equivalentes para el conjunto de un circuito trifásico de 230 V, se multiplica el número de lámparas por la potencia total admisible:
 - por $\sqrt{3}$ (1,73) para circuitos con 230 V entre fases sin neutro,
 - por 3 para circuitos con 230 V entre fase y neutro o 400 V entre fases.
- En negrita se muestran las potencias de las lámparas más utilizadas. Para potencias no mencionadas, utilice una regla proporcional con los valores más cercanos.
- Los valores de potencia total aceptable mencionados (como "1550 W a 2000 W" para lámparas incandescentes - contactor ICT 16A) se proporcionan solo como indicación. El valor mínimo es para la potencia de lámpara más pequeña (1550 W, correspondiente a lámparas LED de 38 x 40 W), el valor máximo es para la potencia de lámpara más alta.

Fig. N71a – Número máximo de luminarias para cada relé, según el tipo, potencia y configuración de una lámpara determinada

Productos		contactores TIC						contactores TIC+		
tipo de lámpara		Número máximo de luminarias para un circuito monofásico y potencia máxima por circuito								
		16 A		25 A		40 A		63 A		20 A
Lámparas incandescentes básicas, lámparas halógenas BT, lámparas de vapor de mercurio de repuesto (sin balastro)										
	40 vatios	38	1550W ^a 2000W	57	2300W ^a 2850W	115	4600W ^a 5250W	172	6900W ^a 7500W	4660 W x cos φ
	60 vatios	30		45		85		125		
	75W	25		38		70		100		
	100 vatios	19		28		50		73		
Lámparas halógenas ELV de 12 o 24 V										

Transformador ferromagnético	20W	15	300W a 600W	23	450W a 900W	42	850W a 1950W	63	1250W a 2850W	4660 Ancho x Cos φ	
	50W	10		15		27		42			
	75W	8		12		23		35			
	100 vatios	6		8		18		27			
transformador electronico	20W	62	1250 W a 1600 W	90	1850 W a 2250 W	182	3650 W a 4200 W	275	5500W a 6000W		
	50W	25		39		76		114			
	75W	20		28		53		78			
	100 vatios	dieciséis		22		42		60			
Tubos fluorescentes con cebador y balasto ferromagnético.											
1 tubo sin compensación ^[a]	15W	22	330W a 850W	30	450W a 1200W	70	1050W a 2400W	100	1500W a 3850W		4660 W x cos φ
	18W	22		30		70		100			
	20W	22		30		70		100			
	36W	20		28		60		90			
	40 vatios	20		28		60		90			
	58W	13		17		35		56			
	65W	13		17		35		56			
	80W	10		15		30		48			
	115 vatios	7		10		20		32			
1 tubo con compensación paralela ^[b]	15W	5 μF	200W a 800W	20	300W a 1200W	40	600W a 2400W	60	900W a 3500W		
	18W	5 μF		20		40		60			
	20W	5 μF		20		40		60			
	36W	5 μF		20		40		60			
	40 vatios	5 μF		20		40		60			
	58W	7 μF		15		30		43			
	65W	7 μF		15		30		43			
	80W	7 μF		15		30		43			
	115 vatios	16 μF		5		7		14		20	
2 o 4 tubos con compensación en serie	2x18W _	30	1100W a 1500W	46	1650W a 2400W	80	2900W a 3800W	123	4450W a 5900W		
	4x18W _	dieciséis		24		44		68			
	2x36W _	dieciséis		24		44		68			
	2x58W _	10		dieciséis		27		42			
	2x65W	10		dieciséis		27		42			
	2x80W	9		13		22		34			
	2x115W	6		10		dieciséis		25			
Tubos fluorescentes con balastro electrónico.											

1 o 2 tubos	18W	74	1300W a 1400W	111	2000W a 2200W	222	4000W a 4400W	333	6000W a 6600W	4660 W x cos φ
	36W	38		58		117		176		
	58W	25		37		74		111		
	2x18W _	36		55		111		166		
	2x36W _	20		30		60		90		
	2x58W _	12		19		38		57		
Lámparas fluorescentes compactas										
Balastro electrónico externo	5W	210	1050W a 1300W	330	1650W a 2000W	670	3350W a 4000W		No probado	4660 W x cos φ
	7W	150		222		478				
	9W	122		194		383				
	11W	104		163		327				
	18W	66		105		216				
	26W	50		76		153				
Balastro electrónico integral (reemplazo para lámparas incandescentes)	5W	160	800W a 900W	230	1150W a 1300W	470	2350W a 2600W	710	3550W a 3950W	
	7W	114		164		335		514		
	9W	94		133		266		411		
	11W	78		109		222		340		
	18W	48		69		138		213		
	26W	34		50		100		151		
Lámparas de vapor de sodio de baja presión con balastro ferromagnético con arrancador externo										
Sin compensación ^[a]	35W	5	270W a 360W	9	320 W a 720 W	14	500W a 1100W	24	850W a 1800W	4660 W x cos φ
	55W	5		9		14		24		
	90W	3		6		9		19		
	135W	2		4		6		10		
	180W	2		4		6		10		
Con compensación paralela ^[b]	35W	20 μF	100W a 180W	5	175W a 360W	10	350W a 720W	15	550W a 1100W	
	55W	20 μF		5		10		15		
	90W	26 μF		4		8		11		
	135W	40 μF		2		5		7		
	180W	45 μF		2		4		6		
Lámparas de vapor de sodio de alta presión.										
Lámparas de yoduro metálico										

Balasto ferromagnético con encendedor externo, sin compensación ^[a]	35W		dieciséis	600W	24	850W	42	1450W	64	2250W	4660 W x cos φ
	70W		8		12	a 1200W	20	a 2000W	32	a 3200W	
	150W		4		7		13		18		
	250 vatios		2		4		8		11		
	400W		1		3		5		8		
	1000W		0		1		2		3		
Balasto ferromagnético y encendedor externo, con compensación paralela ^[b]	35W	6 μF	12	450W	18	650W	31	1100W	50	1750W	
	70W	12 μF	6	a 1000W	9	a 2000W	dieciséis	a 4000W	25	a 6000W	
	150W	20 μF	4		6		10		15		
	250 vatios	32 μF	3		4		7		10		
	400W	45 μF	2		3		5		7		
	1000W	60 μF	1		2		3		5		
	2000 vatios	85 μF	0		1		2		3		
Balasto electrónico	35W		24	850W	38	1350W	68	2400W	102	3600W	
	70W		18	a 1350W	29	a 2200W	51	a 4000W	76	a 6000W	
	150W		9		14		26		40		

- a. Los circuitos con balastos ferromagnéticos no compensados consumen el doble de corriente para una potencia de salida de lámpara determinada. Esto explica el pequeño número de lámparas en esta configuración.
- b. La capacitancia total de los capacitores de corrección del factor de potencia en paralelo en un circuito limita la cantidad de lámparas que pueden controlarse mediante un contactor. La capacitancia total aguas abajo de un contactor modular de clasificación 16, 25, 40 o 63 A no debe exceder 75, 100, 200 o 300 μF respectivamente. Tenga en cuenta estos límites para calcular el número máximo aceptable de lámparas si los valores de capacitancia son diferentes a los de la tabla.

Fig. N71b – Número máximo de luminarias para cada relé, según el tipo, potencia y configuración de una lámpara determinada

Productos		Relés de impulsos iTL				Relés de impulsos iTL+	Reflex iC60 (curva C)									
tipo de lámpara		Número máximo de luminarias para un circuito monofásico y potencia máxima por circuito														
		16 A		32A		16 A	10 A		16 A		25 A		40 A		63 A	
Lámparas incandescentes básicas, lámparas halógenas BT, lámparas de vapor de mercurio de repuesto (sin balastro)																
	40W	40	1500W ^a 1600W	106	4000W ^a 4200W	3680W x cos φ	28	1120W ^a 2175W	46	1840W ^a 2600W	70	2800W ^a 3600W	140	5600W ^a 6800W	207	8280W ^a 9800W
	60W	25		66			23		36		55		103		152	
	75W	20		53			29		31		46		80		121	
	100W	dieciséis		42			15		23		33		60		88	
Lámparas halógenas ELV de 12 o 24 V																

Transformador ferromagnético	20W	70	1350W	180	3600W	3680W x cosφ	11	220W	19	380W	27	540W	50	1000W	75	1500W
	50W	28	a 1450W	74	a 3750W		8	a 500W	12	a 800W	19	a 1050W	33	a 2200W	51	a 3300W
	75W	19		50			7		10		14		27		43	
	100W	14		37			5		8		10		22		33	
transformador electronico	20W	60	1200W	160	3200W		47	940W	74	1480W	108	2160W	220	4400W	333	6660W
	50W	25	a 1400W	sesenta y cinco	a 3350W		19	a 1200W	31	a 2000W	47	a 2600W	92	a 5100W	137	a 7300W
	75W	18		44			15		24		34		64		94	
	100W	14		33			12		20		26		51		73	
Tubos fluorescentes con cebador y balasto ferromagnético.																

1 tubo sin compensación ^[a]	15W		83	1250W a 1300W	213	3200W a 3350W	3680W x cosφ	dieciséis	244W a 647W	26	390W a 1035W	37	555W a 1520W	85	1275W a 2880W	121	1815W a 4640W
	18W		70		186			dieciséis		26		37		85		121	
	20W		62		160			dieciséis		26		37		85		121	
	36W		35		93			15		24		34		72		108	
	40W		31		81			15		24		34		72		108	
	58W		21		55			9		15		21		43		68	
	65W		20		50			9		15		21		43		68	
	80W		dieciséis		41			8		12		19		36		58	
	115W		11		29			6		9		12		24		38	
1 tubo con compensación paralela ^[b]	15W	5 μF	60	900W	160	2400W		11	165W a 640W	19	285W a 960W	24	360W a 1520W	48	720W a 2880W	72	1080W a 4080W
	18W	5 μF	50		133			11		19		24		48		72	
	20W	5 μF	45		120			11		19		24		48		72	
	36W	5 μF	25		66			11		19		24		48		72	
	40W	5 μF	22		60			11		19		24		48		72	
	58W	7 μF	dieciséis		42			8		12		19		36		51	
	65W	7 μF	13		37			8		12		19		36		51	
	80W	7 μF	11		30			8		12		19		36		51	
	115W	16 μF	7		20			4		7		9		17		24	
2 o 4 tubos con compensación en serie	2x18W _		56	2000W	148	5300W		23	828W a 1150W	36	1296W a 1840W	56	2016W a 2760W	96	3456W a 4600W	148	5328W a 7130W
	4x18W _		28		74			12		20		29		52		82	
	2x36W _		28		74			12		20		29		52		82	
	2x58W _		17		45			8		12		20		33		51	
	2x65W		15		40			8		12		20		33		51	
	2x80W		12		33			7		11		1		26		41	
	2x115W		8		23			5		8		12		20		31	
	Tubos fluorescentes con balastro electrónico.																
1 o 2 tubos	18W		80	1450W a 1550W	212	3800W a 4000W	3680W x cosφ	56	1008W a 1152W	90	1620W a 1798W	134	2412W a 2668W	268	4824W a 5336W	402	7236W a 8120W
	36W		40		106			28		46		70		142		213	
	58W		26		69			19		31		45		90		134	
	2x18W _		40		106			27		44		67		134		201	
	2x36W _		20		53			dieciséis		24		37		72		108	
	2x58W _		13		34			9		15		23		46		70	

Lámparas fluorescentes compactas																	
Balastro electrónico externo	5W	240	1200W a 1450W	630	3150W a 3800W	3680W x cosφ	158	790W a 962W	251	1255W a 1560W	399	1995W a 2392W	810	4050W a 4706W	Usado con poca frecuencia		
	7W	171		457			113		181		268		578				
	9W	138		366			92		147		234		463				
	11W	118		318			79		125		196		396				
	18W	77		202			49		80		127		261				
	26W	55		146			37		60		92		181				
Balastro electrónico integral (reemplazo para lámparas incandescentes)	5W	170	850W a 1050W	390	1950W a 2400W		121	605W a 650W	193	959W a 1044W	278	1390W a 1560W	568	2840W a 3146W	859	4295W	
	7W	121		285			85		137		198		405		621	a	
	9W	100		233			71		113		160		322		497		
	11W	86		200			59		94		132		268		411		
	18W	55		127			36		58		83		167		257		
	26W	40		92			25		40		60		121		182		
Lámparas de vapor de sodio de baja presión con balastro ferromagnético con arrancador externo																	
Sin compensación ^[a]	35W		No probado, usado con poca frecuencia			3680W x cosφ	4	153W a 253W	7	245W a 405W	11	385W a 792W	17	595W a 1198W	29	1015W a 2070W	
	55W						4		7		11		17		29		
	90W						3		4		8		11		23		
	135W						2		3		5		8		12		
	180W						1		2		4		7		10		
Con compensación paralela ^[b]	35W	20 μF	38	1350W	102	3600W	3	88W a 169W	4	140W a 270W	7	245W a 450W	12	420W a 720W	19	665W	
	55W	20 μF	24		63		3		4		7		12		19	a	
	90W	26 μF	15		40		2		3		5		8		13		
	135W	40 μF	10		26		1		2		3		5		9		
	180W	45 μF	7		18		0		1		2		4		8		
Lámparas de vapor de sodio de alta presión Lámparas de yoduro metálico																	

Balasto ferromagnético con encendedor externo, sin compensación ^[a]	35W		No probado, usado con poca frecuencia				3680W x cosφ	12	416W a 481W	19	400W a 750W	28	980W a 1350W	50	1750W a 2500W	77	2695W a 4000W
	70W							7		11		15		24		38	
	150W							3		5		9		15		22	
	250W							2		3		5		10		13	
	400W							0		1		3		6		10	
	1000W							0		0		1		2		3	
	Balasto ferromagnético y encendedor externo, con compensación paralela ^[b]	35W						6 μF		34		1200W a 1350W		88		3100W a 3400W	
70W		12 μF	17	45	8	9	13	23	35								
150W		20 μF	8	22	5	6	9	14	21								
250W		32 μF	5	13	3	4	5	10	14								
400W		45 μF	3	8	2	3	4	7	9								
1000W		60 μF	1	3	0	1	2	4	7								
2000W		85 μF	0	1	0	0	1	2	3								
Balasto electrónico	35W		38	1350W a 2200W	87	3100W a 5000W	15	525W a 844W	24	840W a 1350W	38	1330W a 2100W	82	2870W a 4650W	123	4305W a 7200W	
	70W		29		77		11		18		29		61		92		
	150W		14		33		6		9		14		31		48		

Reflex iC60 - Lámpara de vapor de sodio de alta presión con balastro electrónico : Para las clasificaciones de curva B de 10 A y 16 A, el número de lámparas debe reducirse en un 10 % para limitar los disparos magnéticos no deseados.

- Los circuitos con balastos ferromagnéticos no compensados consumen el doble de corriente para una potencia de salida de lámpara determinada. Esto explica el pequeño número de lámparas en esta configuración.
- La capacitancia total de los capacitores de corrección del factor de potencia en paralelo en un circuito limita la cantidad de lámparas que pueden controlarse mediante un contactor. La capacitancia total aguas abajo de un contactor modular de clasificación 16, 25, 40 o 63 A no debe exceder 75, 100, 200 o 300 μF respectivamente. Tenga en cuenta estos límites para calcular el número máximo aceptable de lámparas si los valores de capacitancia son diferentes a los de la tabla.

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:48.

Otras tecnologías de lámparas: elección del disyuntor

Para lámparas LED, consulte [Lámparas LED: elección del disyuntor](#) .

La Fig. N72 a continuación indica el número máximo de lámparas según la clasificación del disyuntor, para disyuntores de curva C.

- para disyuntores de curva B, el número de lámparas debe reducirse en un 50%,
- para los disyuntores de curva D, el número de lámparas debe aumentarse en un 50%.

Fig. N72 – Número máximo de lámparas según calibre y curva del disyuntor, para otras tecnologías distintas a LED

Productos		Disyuntor (curva C)				
tipo de lámpara		10 A	16 A	25 A	40 A	63 A
Lámparas incandescentes estándar, lámparas halógenas de BT, lámparas de vapor de mercurio de repuesto (sin balastro)						
	40 vatios	28	46	70	140	207
	60 vatios	23	36	55	103	152
	75W	29	31	46	80	121
	100 vatios	15	23	33	60	88
Lámparas halógenas ELV de 12 o 24 V						
Transformador ferromagnético	20W	11	19	27	50	75
	50W	8	12	19	33	51
	75W	7	10	14	27	43
	100 vatios	5	8	10	22	33

transformador electronico	20W		47	74	108	220	333
	50W		19	31	47	92	137
	75W		15	24	34	64	94
	100 vatios		12	20	26	51	73
Tubos fluorescentes con cebador y balasto ferromagnético.							
1 tubo sin compensación ^[a]	15W		dieciséis	26	37	85	121
	18W		dieciséis	26	37	85	121
	20W		dieciséis	26	37	85	121
	36W		15	24	34	72	108
	40 vatios		15	24	34	72	108
	58W		9	15	21	43	68
	65W		9	15	21	43	68
	80W		8	12	19	36	58
	115 vatios		6	9	12	24	38
1 tubo con compensación paralela ^[b]	15W	5 µF	11	19	24	48	72
	18W	5 µF	11	19	24	48	72
	20W	5 µF	11	19	24	48	72
	36W	5 µF	11	19	24	48	72
	40 vatios	5 µF	11	19	24	48	72
	58W	7 µF	8	12	19	36	51
	65W	7 µF	8	12	19	36	51
	80W	7 µF	8	12	19	36	51
	115 vatios	16 µF	4	7	9	17	24
2 o 4 tubos con compensación en serie	2x18W		23	36	56	96	148
	4x18W		12	20	29	52	82
	2x36W		12	20	29	52	82
	2x58W		8	12	20	33	51
	2x65W		8	12	20	33	51
	2x80W		7	11	15	26	41
	2x115W		5	8	12	20	31
Tubos fluorescentes con balastro electrónico.							

1 o 2 tubos	18W		56	90	134	268	402
	36W		28	46	70	142	213
	58W		19	31	45	90	134
	2x18W		27	44	67	134	201
	2x36W		dieciséis	24	37	72	108
	2x58W		9	15	23	46	70
Lámparas fluorescentes compactas							
Balastro electrónico externo	5W		158	251	399	810	Uso poco frecuente
	7W		113	181	268	578	
	9W		92	147	234	463	
	11W		79	125	196	396	
	18W		49	80	127	261	
	26W		37	60	92	181	
Balastro electrónico integral (reemplazo de lámparas incandescentes)	5W		121	193	278	568	859
	7W		85	137	198	405	621
	9W		71	113	160	322	497
	11W		59	94	132	268	411
	18W		36	58	83	167	257
	26W		25	40	60	121	182
Lámparas de vapor de sodio de baja presión con balastro ferromagnético y arrancador externo							
Sin compensación ^[a]	35W		4	7	11	17	29
	55W		4	7	11	17	29
	90W		3	4	8	11	23
	135W		2	3	5	8	12
	180W		1	2	4	7	10
Con compensación paralela ^[b]	35W	20 µF	3	4	7	12	19
	55W	20 µF	3	4	7	12	19
	90W	26 µF	2	3	5	8	13
	135W	40 µF	1	2	3	5	9
	180W	45 µF	0	1	2	4	8

Lámparas de vapor de sodio de alta presión.							
Lámparas de yoduro metálico							
Balasto ferromagnético con encendedor externo, sin compensación ^[a]	35W		12	19	28	50	77
	70W		7	11	15	24	38
	150W		3	5	9	15	22
	250 vatios		2	3	5	10	13
	400W		0	1	3	6	10
	1000W		0	0	1	2	3
Balasto ferromagnético y encendedor externo, con compensación paralela ^[b]	35W	6 μ F	14	17	26	43	70
	70W	12 μ F	8	9	13	23	35
	150W	20 μ F	5	6	9	14	21
	250 vatios	32 μ F	3	4	5	10	14
	400W	45 μ F	2	3	4	7	9
	1000W	60 μ F	0	1	2	4	7
	2000 vatios	85 μ F	0	0	1	2	3
Balasto electrónico	35W		15	24	38	82	123
	70W		11	18	29	61	92
	150W		6	9	14	31	48

Lámparas de vapor de sodio de alta presión : para las clasificaciones **de curva B de 10 A y 16 A**, el número de lámparas debe reducirse en un 10% para limitar los disparos magnéticos no deseados.

- Los circuitos con balastos ferromagnéticos no compensados consumen el doble de corriente para una potencia de salida determinada. Esto explica el pequeño número de lámparas en esta configuración.
- La capacitancia total de los capacitores de factor de potencia en paralelo en un circuito limita la cantidad de lámparas que pueden controlarse mediante un contactor. La capacitancia total aguas abajo de un contactor modular de clasificación 16, 25, 40 o 63 A no debe exceder 75, 100, 200 o 300 μ F respectivamente. Tenga en cuenta estos límites para calcular el número máximo aceptable de lámparas si los valores de capacitancia son diferentes a los de la tabla.

Esta página se editó por última vez el 20 de diciembre de 2019 a las 17:52.



Iluminación del edificio accesible al público.

iluminación normal

Las normas que regulan los requisitos mínimos para los edificios que reciben público en la mayoría de los países europeos son las siguientes:

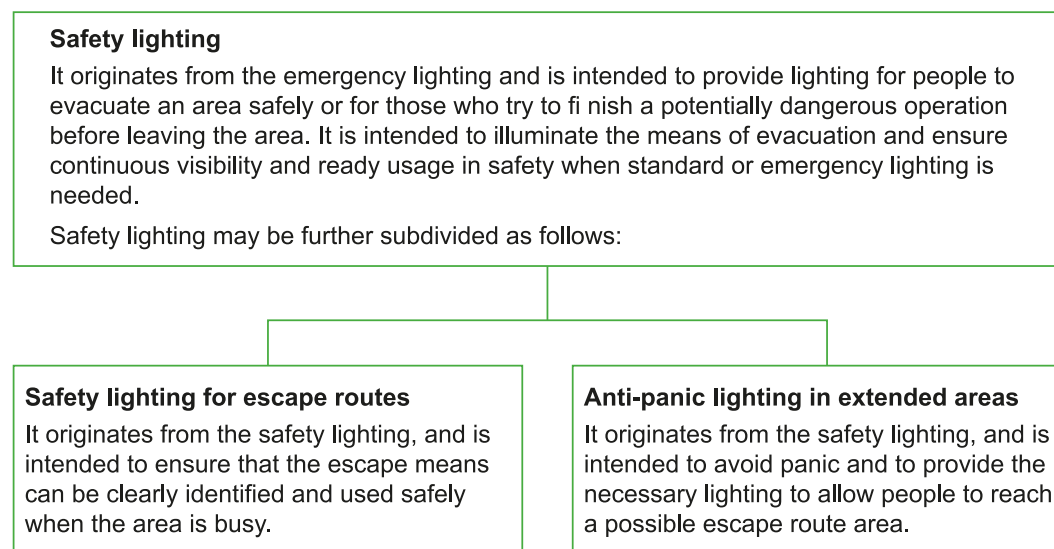
- Las instalaciones que iluminen zonas accesibles al público deberán controlarse y protegerse independientemente de las instalaciones que iluminen otras zonas.
- La pérdida de suministro en un circuito de iluminación final (es decir, fusible fundido o CB disparado) no debe resultar en la pérdida total de iluminación en un área con capacidad para albergar a más de 50 personas.

- La protección mediante dispositivos de corriente residual (RCD) debe dividirse entre varios dispositivos (es decir, se deben utilizar más de los que hay en un dispositivo)

Iluminación de emergencia y otros sistemas.

Cuando nos referimos a alumbrado de emergencia, nos referimos a la iluminación auxiliar que se activa cuando falla la iluminación estándar.

El alumbrado de emergencia se subdivide en la siguiente (EN-1838):



Iluminación de emergencia y señales de seguridad para rutas de escape.

El alumbrado de emergencia y las señales de seguridad para las rutas de evacuación son muy importantes para todos aquellos que diseñan sistemas de emergencia. Su adecuada elección ayuda a mejorar los niveles de seguridad y permite afrontar mejor las situaciones de emergencia.

La norma EN 1838 ("Aplicaciones de iluminación. Alumbrado de emergencia") recoge algunos conceptos fundamentales sobre lo que se entiende por alumbrado de emergencia para vías de evacuación:

"La intención detrás de iluminar las rutas de escape es permitir a los ocupantes una salida segura, proporcionándoles suficiente visibilidad e indicaciones sobre la ruta de escape..."

El concepto mencionado anteriormente es muy simple:

Las señales de seguridad y la iluminación de las rutas de evacuación deben ser dos cosas separadas.

Funciones y funcionamiento de las luminarias.

Las especificaciones de fabricación están recogidas en la norma EN 60598-2-22, "Requisitos Particulares - Luminarias para Iluminación de Emergencia", que debe leerse junto con la EN 60598-1, "Luminarias - Parte 1: Requisitos Generales y Ensayos".

Duración

Un requisito básico es determinar la duración necesaria del alumbrado de emergencia. Generalmente es 1 hora, pero algunos países pueden tener requisitos de duración diferentes según las normas técnicas legales.

Operación

Conviene aclarar los diferentes tipos de luminarias de emergencia:

- Luminarias no mantenidas
 - La lámpara sólo se encenderá si hay un fallo en la iluminación estándar.
 - La lámpara funcionará con la batería durante el fallo.
 - La batería se recargará automáticamente cuando se restablezca el suministro eléctrico.
- Luminarias mantenidas
 - La lámpara se puede encender en modo continuo.
 - Se requiere un alimentador con la red eléctrica, especialmente para alimentar la lámpara, que se puede desconectar cuando la zona no esté ocupada.

- La lámpara funcionará con la batería durante el fallo.

Diseño

La integración del alumbrado de emergencia con el alumbrado estándar debe cumplir estrictamente con las normas del sistema eléctrico en el diseño de un edificio o lugar en particular.

Se deben cumplir todas las regulaciones y leyes para diseñar un sistema que cumpla con los estándares (consulte **la Figura N73**).

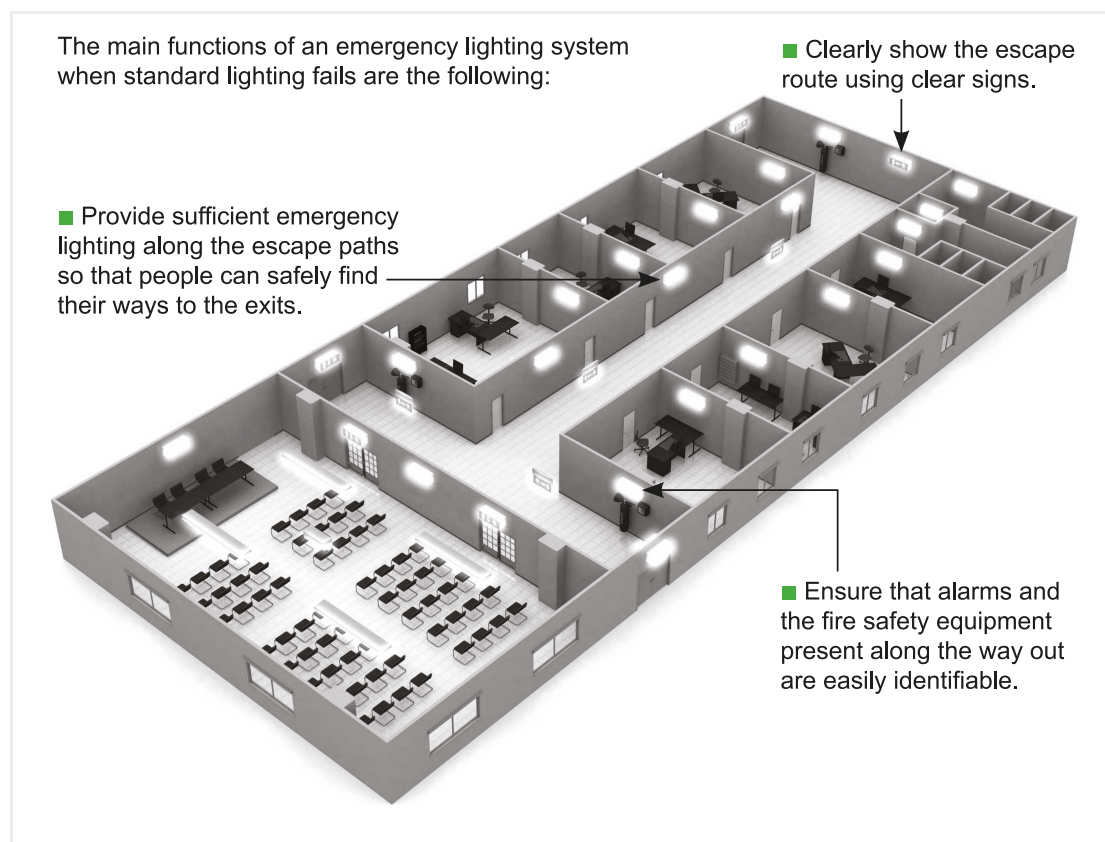


Fig. N73 – Funciones principales de un sistema de iluminación de emergencia

estándares europeos

El diseño de los sistemas de iluminación de emergencia está regulado por una serie de disposiciones legislativas que se actualizan e implementan periódicamente mediante nueva documentación publicada a petición de las autoridades que se ocupan de las normas y reglamentos técnicos europeos e internacionales.

Cada país tiene sus propias leyes y regulaciones, además de normas técnicas que rigen los diferentes sectores. Básicamente describen los lugares que deben estar dotados de alumbrado de emergencia así como sus especificaciones técnicas. El trabajo del diseñador es garantizar que el proyecto de diseño cumpla con estos estándares.

EN 1838

Un documento muy importante a nivel europeo en materia de alumbrado de emergencia es la Norma EN 1838, "Aplicaciones de iluminación. Alumbrado de emergencia".

Esta norma presenta requisitos y limitaciones específicos con respecto a la operación y el funcionamiento de los sistemas de iluminación de emergencia.

Normas CEN y CENELEC

Con las normas CEN (Comité Européen de Normalisation) y CENELEC (Comité Européen de Normalization Electrotechnique), nos encontramos en un entorno estandarizado de particular interés para el técnico y el diseñador. Varias secciones se ocupan de las emergencias. Conviene hacer una distinción inicial entre normas de luminarias y normas de instalación.

EN 60598-2-22 y EN-60598-1

Las luminarias de alumbrado de emergencia están sujetas a la norma europea EN 60598-2-22, "Requisitos Particulares - Luminarias para Alumbrado de Emergencia", que es un texto integrativo (de especificaciones y análisis) de la Norma EN-60598-1, Luminarias – "Parte 1: Requisitos Generales y Pruebas".

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:48.



motores asíncronos

El motor asíncrono (es decir, de inducción) es robusto y fiable, y se utiliza mucho. El 95% de los motores instalados en todo el mundo son asíncronos. Por lo tanto, la protección de estos motores es un tema de gran importancia en numerosas aplicaciones.

Introducción

Los motores asíncronos se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones. A continuación se muestran algunos ejemplos de máquinas accionadas:

- manejadores de aire,
- enfriadores,
- ascensores,
- ventiladores y sopladores,
- Bomba contra incendios,
- bombas centrífugas,
- compresores,
- trituradoras,
- transportadores,
- ascensores y grúas,
- ...

Las consecuencias de una falla del motor debido a una protección incorrecta o la incapacidad del circuito de control para operar pueden incluir lo siguiente:

- Para personas:
 - Asfixia por bloqueo de la ventilación motora.
 - Electrocutión por fallo de aislamiento en el motor.
 - Accidente por no parar el motor tras un fallo en el circuito de control

- Para la máquina accionada y el proceso:
 - Acoplamientos de ejes, ejes, correas de transmisión,... dañados debido a un rotor calado
 - Producción perdida
 - Fabricación retrasada
- Para el motor en sí:
 - Devanados del motor quemados debido al rotor calado
 - costo de reparacion
 - Costo de reemplazo

Por tanto, la seguridad de personas y bienes, así como los niveles de fiabilidad y disponibilidad, dependen en gran medida de la selección del equipo de protección.

En términos económicos, se debe considerar el costo total del fracaso. Este coste aumenta con el tamaño del motor y con las dificultades de acceso y sustitución. La pérdida de producción es otro factor evidentemente importante.

Las características específicas del rendimiento del motor influyen en los circuitos de suministro de energía necesarios para un funcionamiento satisfactorio.

Un circuito de alimentación de motor presenta ciertas limitaciones que normalmente no se encuentran en otros circuitos de distribución (comunes). Esto se debe a las características particulares de los motores conectados directamente a la línea, tales como:

- Alta corriente de arranque (ver **Fig. N74**) que es principalmente reactiva y, por lo tanto, puede ser la causa de una caída de voltaje importante.
- El número y la frecuencia de las operaciones de puesta en marcha son generalmente altos
- La alta corriente de arranque significa que los dispositivos de protección contra sobrecarga del motor deben tener características operativas que eviten el disparo durante el período de arranque.

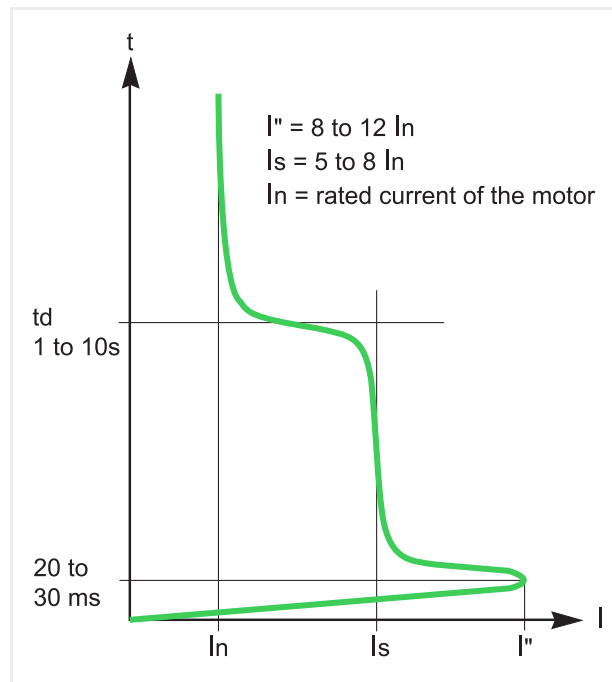


Fig. N74 – Características de la corriente de arranque directo en línea de un motor de inducción

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:48.



Sistemas de control de motores

En las siguientes tablas se comparan diferentes tipos de soluciones de control de motores.

Fig. N75 – Comparación de diferentes soluciones de control de motores

Tipo	$\frac{E_s}{E_n}$	$\frac{T_s}{T_n}$	Control de velocidad	control de par	Ventajas	Contras
Directo en línea	5-10	5-10	No	No	Costo reducido, alto par de arranque	Alta corriente de entrada
Estrella – Delta	2-3	1-2	No	No	Corriente de entrada reducida	Par de arranque reducido
Autotransformador	2-3	1-2	No	No	Corriente de entrada reducida	Alto peso
Arranque suave	3-5	1,5-2,5	No	Sí	Corriente de entrada reducida, arranque y parada controlados	Par de arranque reducido
Unidad de velocidad variable	1.5	1.5-2	Sí	Sí	Velocidad controlada, Ahorro de energía a velocidad reducida	Mayor costo

Esta página se editó por última vez el 20 de diciembre de 2019 a las 17:52.

Funciones de protección del motor

Son las medidas adoptadas para evitar el funcionamiento de los motores en condiciones anormales que podrían provocar acontecimientos negativos como: sobrecalentamiento, envejecimiento prematuro, destrucción de los devanados eléctricos, daños en el acoplamiento o en la caja de cambios,...

Comúnmente se proponen cuatro niveles de esquemas de protección: "Convencional", "Avanzado", "Avanzado Plus" y "Alto Rendimiento", que pueden adoptarse dependiendo de la sofisticación y potencia de la máquina accionada.

- **Las funciones de protección "convencionales"** se aplican a cada tipo de motor o aplicación,
- **Las funciones de protección "avanzadas"** se aplican a máquinas más sofisticadas que requieren atención especial,
- **Las funciones de protección "Advanced Plus" y "Alto rendimiento"** están justificadas para motores de alta potencia, aplicaciones de alta exigencia o motores en procesos críticos o cuando la corriente de tierra debe medirse con alta precisión ($\sim 0,01A$).

Como se muestra en la siguiente figura: Las protecciones de "alto rendimiento" no se basan sólo en corriente sino también en voltaje

Fig. N76 – Clasificación de las funciones de protección

Proteccion	Convencional	Avanzado	Avanzado Plus	Alto rendimiento
Cortocircuito / Sobrecorriente instantánea	✓	✓	✓	✓
Sobrecarga térmica	✓	✓	✓	✓
Desequilibrio de corriente de fase	✓	✓	✓	✓
Pérdida de corriente de fase	✓	✓	✓	✓
Sobrecorriente (instantánea y temporizada)	✓	✓	✓	✓
Falla a tierra / Falla a tierra instantánea	✓	✓	✓	✓
Inicio largo (pérdida) / Secuencia incompleta		✓	✓	✓
Atasco (rotor bloqueado)		✓	✓	✓
Tendencia subyacente		✓	✓	✓

Inversión de corriente de fase			☒	☒
Temperatura del motor (por sensores)			☒	☒
Bloqueo/bloqueo de ciclo rápido			☒	☒
Desconexión de carga			☒	☒
Hacer muescas o trotar / Número de arranques			☒	☒
Desequilibrio de tensión de fase				☒
Pérdida de tensión de fase				☒
Inversión de tensión de fase				☒
Bajo voltaje				☒
sobretensión				☒
Bajo el poder				☒
Dominar				☒
Bajo factor de potencia				☒
Sobre factor de potencia				☒
Reenganche del motor				☒

A continuación se muestra una lista de funciones de protección del motor y el resultado de su activación.

Cortocircuito = desconexión en caso de cortocircuito en los terminales del motor o dentro de los devanados del motor.

Sobrecorriente instantánea = funciona sin retraso de tiempo intencional cuando la corriente excede un valor preestablecido.

Sobrecarga térmica = desconexión del motor en caso de funcionamiento sostenido con un par superior al valor nominal. La sobrecarga se detecta midiendo la corriente excesiva del estator o utilizando sondas PTC.

Desequilibrio de corriente de fase = desconexión del motor en caso de desequilibrio de corriente elevado, responsable del aumento de las pérdidas de potencia y del sobrecalentamiento.

Pérdida de corriente de fase = desconexión del motor si la corriente de una fase es cero, ya que esto revela rotura de cable o conexión.

Sobrecorriente = alarma o desconexión del motor en caso de corriente de fase alta, revelando un sobrepasar del eje.

Falla a tierra / Falla a tierra instantánea = desconexión en caso de falla entre un terminal del motor y tierra. Incluso si la corriente de falla es limitada, una acción rápida podría evitar una destrucción completa

del motor. Se puede medir con la suma de las 3 fases si la precisión requerida no es alta (~30%). Si se requiere una alta precisión, se debe medir con un CT de tierra (precisión de 0,01 A).

Arranque largo (stall) = desconexión en caso de un tiempo de arranque más largo de lo normal (debido a un problema mecánico o caída de tensión) para evitar el sobrecalentamiento del motor.

Jam = desconexión para evitar sobrecalentamiento y estrés mecánico si el motor se bloquea durante el funcionamiento debido a la congestión.

Subcorriente = alarma o desconexión del motor en caso de que se detecte un valor de corriente bajo, revelando una condición sin carga (por ejemplo: drenaje de la bomba, cavitación, eje roto,...)

Inversión de corriente de fase = desconexión cuando se detecta una secuencia de corriente de fase incorrecta

Motor temperatura (por sensores) = alarma o desconexión en caso de alta temperatura detectada por sondas.

Bloqueo de ciclo rápido = impide la conexión y evita el sobrecalentamiento debido a un arranque demasiado frecuente.

Deslaste de carga = desconexión del motor cuando se detecta una caída de tensión, con el fin de reducir la carga de alimentación y volver a la tensión normal.

Muestras o jogging / Número de arranques = un número específico de operaciones sucesivas dentro de un tiempo determinado.

Desequilibrio de tensión de fase = desconexión del motor en caso de alto desequilibrio de tensión, responsable del aumento de las pérdidas de potencia y del sobrecalentamiento.

Pérdida de tensión de fase = desconexión del motor si falta una fase de la tensión de alimentación. Esto es necesario para evitar el funcionamiento monofásico de un motor trifásico, lo que da como resultado un par reducido, un aumento de la corriente del estator y la imposibilidad de arrancar.

Inversión de tensión de fase = impide la conexión y evita la rotación inversa del motor en caso de un cableado incorrecto de fases a los terminales del motor, lo que podría ocurrir durante el mantenimiento, por ejemplo.

Subtensión = impide la conexión o desconexión del motor, ya que una tensión reducida no podría garantizar el correcto funcionamiento del motor.

Sobretensión = impide la conexión del motor o la desconexión del motor, ya que un aumento de tensión no podría asegurar un correcto funcionamiento del motor.

Subpotencia = alarma o desconexión del motor en caso de potencia inferior a la normal, ya que esta situación está revelando un drenaje de la bomba (riesgo de destrucción de la bomba) o eje roto.

Sobrepotencia = alarma o desconexión del motor en caso de potencia superior a la normal, ya que esta situación está revelando una sobrecarga de la máquina.

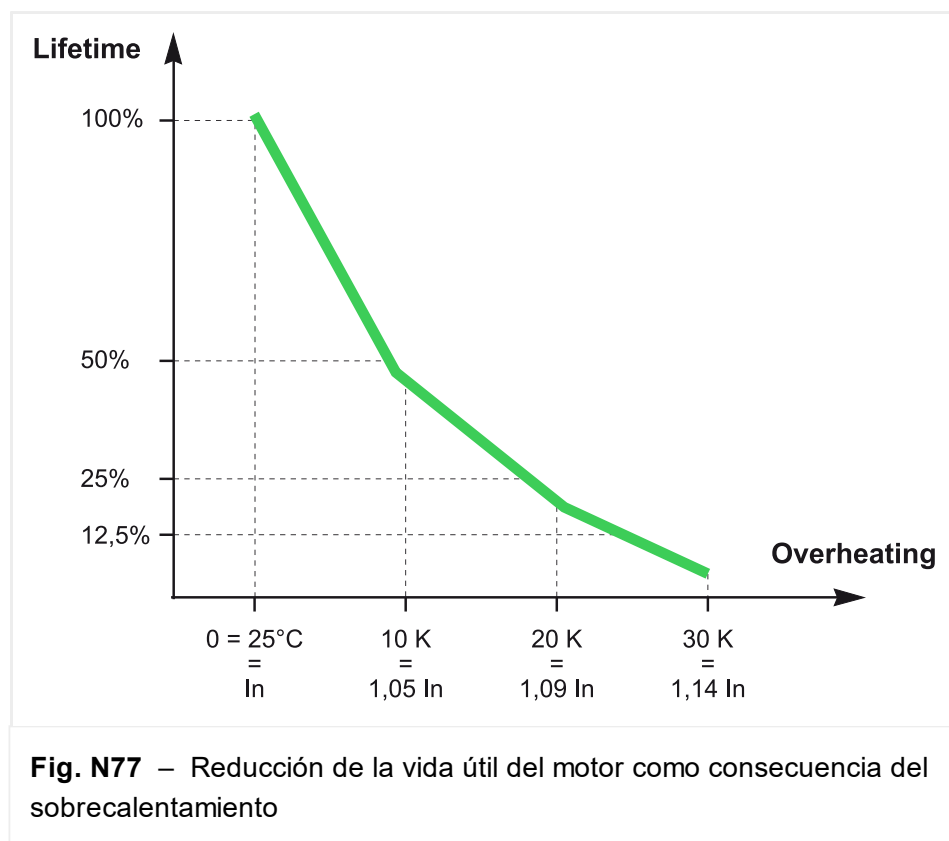
Factor de potencia inferior = se puede utilizar para detectar baja potencia con motores que tienen una

corriente alta sin carga.

Factor de sobrepotencia = se puede utilizar para detectar el final de la fase de inicio.

Reenganche del motor = controla el reenganche y bloqueo automático de un motor.

La consecuencia de un sobrecalentamiento anormal es una capacidad de aislamiento reducida de los materiales, lo que conduce a una reducción significativa de la vida útil del motor. Esto se ilustra en la **Figura N77** y justifica la importancia de la protección contra sobrecarga o sobrecalentamiento.



Los relés de sobrecarga (térmicos o electrónicos) protegen los motores contra sobrecargas, pero deben permitir la sobrecarga temporal provocada por el arranque y no deben disparar a menos que el tiempo de arranque sea anormalmente largo.

Dependiendo de la aplicación, el tiempo de arranque del motor puede variar desde unos pocos segundos (para arranque sin carga, bajo par resistivo, etc.) hasta varias decenas de segundos (para un alto par resistivo, alta inercia de la carga accionada, etc.). Por tanto, es necesario montar relés adecuados al momento de la salida.

Para cumplir con este requisito, la norma IEC 60947-4-1 define varias clases de relés de sobrecarga, cada una caracterizada por su curva de disparo (consulte **la Figura N78**).

La clasificación del relé debe elegirse según la corriente nominal del motor y el tiempo de arranque calculado.

La clase de disparo 10 está adaptada a motores de servicio normal.

Se recomienda la clase de viaje 20 para motores de servicio pesado.

La clase de disparo 30 es necesaria para arranques de motor muy prolongados.

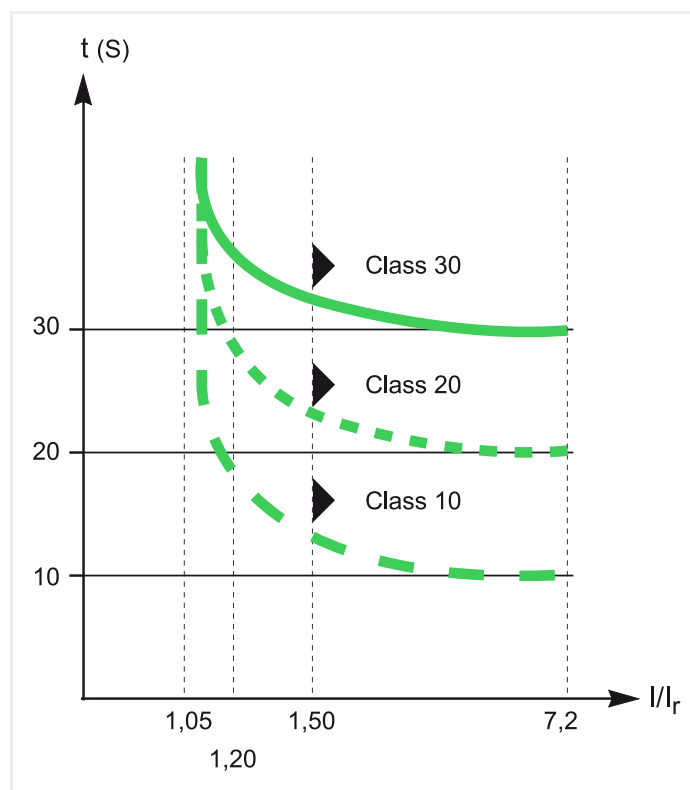


Fig. N78 – Curvas de disparo de relés de sobrecarga

Esta página se editó por última vez el 12 de enero de 2020 a las 14:00 horas.



Monitoreo de motores

El objetivo de implementar dispositivos de medición es asegurar una supervisión continua de las condiciones de funcionamiento de los motores. Los datos recopilados se pueden utilizar con gran beneficio para mejorar la eficiencia energética, ampliar la vida útil de los motores o programar operaciones de mantenimiento.

Comúnmente se proponen cuatro niveles de sofisticación para el esquema de monitoreo: "Convencional", "Avanzado", "Avanzado Plus" y "Alto Rendimiento", que pueden hacerse accesibles, dependiendo de la sofisticación y potencia de la máquina accionada y la criticidad de el proceso.

Fig. N79 – Clasificación de las funciones de monitorización

Medición	Convencional	Avanzado	Avanzado Plus	Alto rendimiento
Corrientes de línea		✓	✓	✓
Corriente de tierra		✓	✓	✓
Corriente promedio		✓	✓	✓
Desequilibrio de corriente de fase		✓	✓	✓
Nivel de capacidad térmica		✓	✓	✓
Temperatura del motor (por sensores)			✓	✓
Frecuencia				✓
Tensión entre fases				✓
Desequilibrio de tensión de fase				✓
voltaje promedio				✓
Poder activo				✓
Poder reactivo				✓
Factor de potencia				✓
Energía activa				✓
Energía reactiva				✓

A continuación se presenta una lista de las variables más útiles a monitorear y el beneficio que brinda la medición.

Corrientes de Línea = son directamente responsables del calentamiento de los conductores y por lo tanto de una posible reducción del tiempo de vida. Estas son las variables más importantes a monitorear. La medición de corriente también proporciona una indicación directa de la carga del motor y la tensión aplicada a la máquina accionada.

Corriente de tierra = Se puede medir con la suma de las 3 fases si la precisión requerida no es alta (~ 30%). Si se requiere una alta precisión, se debe medir con un CT de tierra (precisión de 0,01 A).

Corriente media = para conocer la carga media del motor, si el motor está bien adaptado a la máquina accionada o no.

Desequilibrio de corriente de fase = como el desequilibrio es responsable de pérdidas adicionales en el motor, el desequilibrio de corriente de fase es una variable importante a monitorear.

Nivel de capacidad térmica = conocimiento de la capacidad de sobrecarga restante y del margen de seguridad.

Temperatura del motor (mediante sensores) = conocimiento de las condiciones térmicas reales de funcionamiento, teniendo en cuenta la carga del motor, la temperatura ambiente y la eficiencia de la ventilación.

Frecuencia = mide la corriente a una frecuencia fundamental de 47-63 Hz. Valor medido en base a las mediciones de tensión de línea. Si la frecuencia es inestable (variaciones de ± 2 Hz), el valor reportado será 0 hasta que la frecuencia se estabilice.

Voltaje entre fases = voltajes de fase demasiado altos o demasiado bajos son responsables del aumento de la corriente del motor para una carga determinada. De este modo, el control de tensión indica si el motor funciona en condiciones normales o no.

Desequilibrio de voltaje de fase = como el desequilibrio es responsable de pérdidas adicionales en el motor, el desequilibrio de voltaje de fase es una variable importante a monitorear.

Potencia activa = indicación del nivel de carga aplicada al motor.

Potencia reactiva = indicación de la potencia reactiva que podría ser necesaria para compensar mediante la implementación de condensadores.

Factor de potencia = indicación del nivel de carga del motor. Si el Factor de Potencia es > 1 : presenta tu candidatura al Premio Nobel de Física.

Energía activa = posibilidad de relacionar la energía consumida con el tiempo de funcionamiento o la cantidad de bienes producidos por la máquina accionada.

Energía reactiva = posibilidad de determinar la necesidad de implementación de capacitores para evitar el pago de multas a la Empresa Eléctrica.



Fig. N80 – Ejemplo de sistema inteligente de gestión de motores con funciones de protección y monitorización “Advanced Plus” y “High performance” (TeSys T Schneider Electric)

Esta página se editó por última vez el 12 de enero de 2020 a las 14:01.



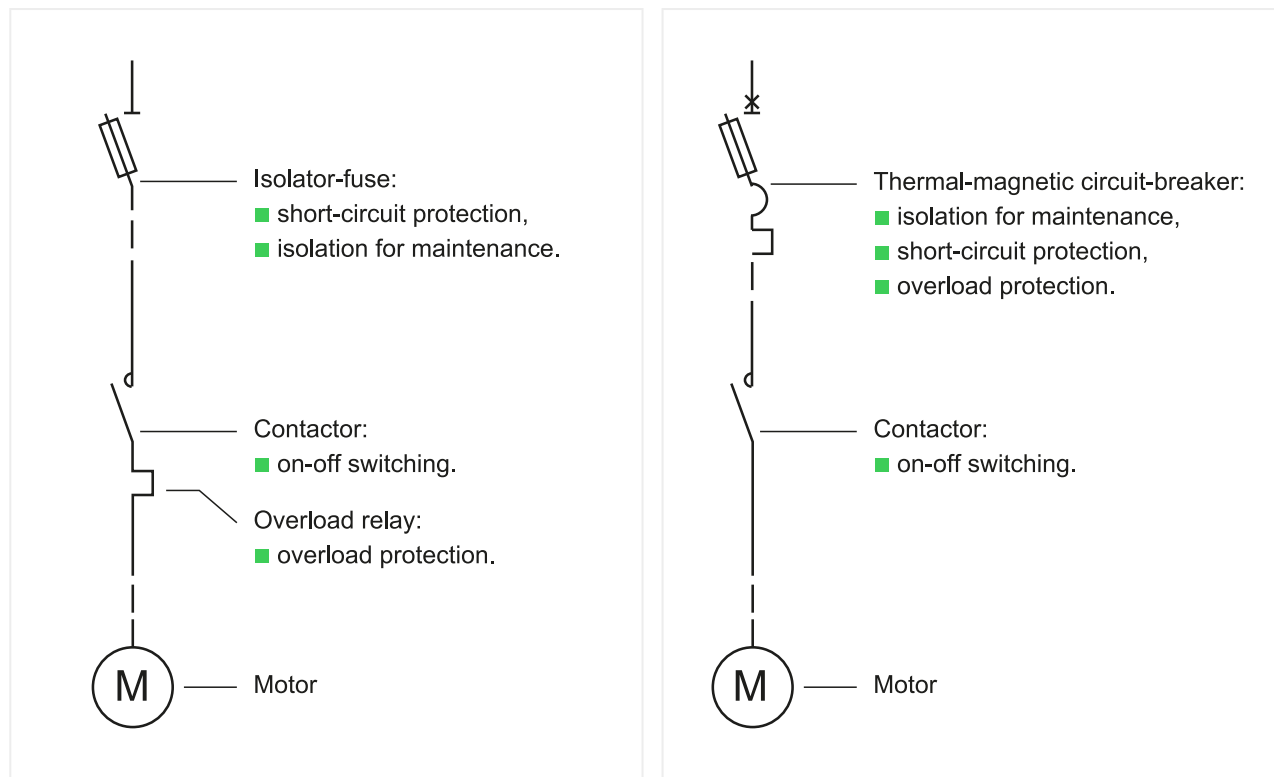
Configuraciones de arrancador de motor

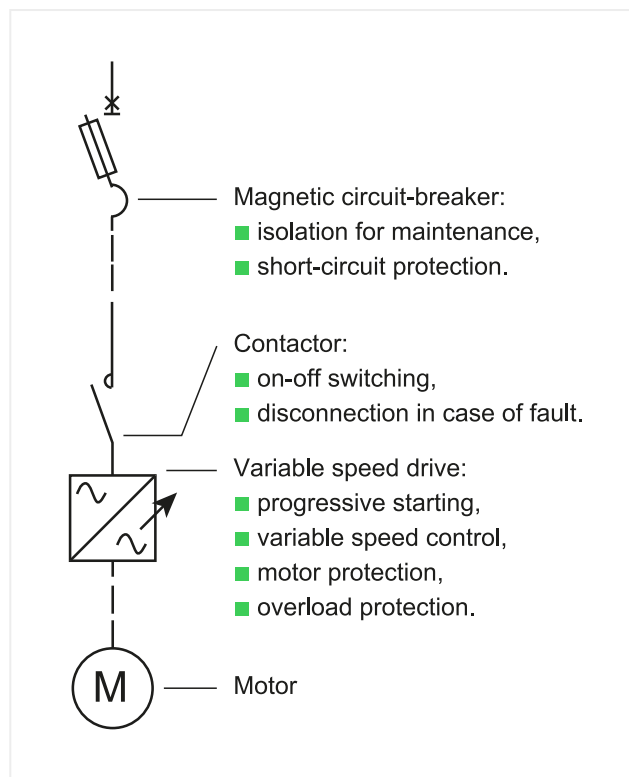
Los controladores de motor vienen en diferentes tipos y configuraciones determinadas por muchas variables dentro de una aplicación. Es cada vez más común que un proceso, máquina o equipo como HVAC integre el controlador y el motor.

Esto permite que el fabricante de la máquina agregue más valor y controle una mayor parte de la solución, minimizando así el riesgo asociado con la coordinación externa.

Algunos ejemplos se muestran en **la Figura N81**.

Fig. N81 – Las distintas funciones y sus combinaciones que forman un arrancador de motor





Inicio directo en línea (DOL)

Un arrancador directo en línea (DOL) o a través de línea, el tipo más simple de arrancador de motor, aplica todo el voltaje de línea a los terminales del motor.

El arranque DOL se utiliza a veces para arrancar pequeñas bombas de agua, compresores, ventiladores y cintas transportadoras. En el caso de un motor asíncrono, como el motor trifásico de jaula de ardilla, el motor consumirá una corriente de arranque alta hasta que alcance la velocidad máxima. Esta corriente de arranque suele ser de 6 a 7 veces mayor que la corriente de carga completa.

Para reducir la corriente de entrada, los motores más grandes tendrán arrancadores de voltaje reducido o variadores de velocidad para minimizar las caídas de voltaje en la fuente de alimentación.

arrancadores suaves

Un arrancador suave de motor es un dispositivo que se utiliza con motores eléctricos de CA para reducir temporalmente la carga y el par en el tren de potencia y el aumento de corriente eléctrica del motor durante el arranque. Esto reduce la tensión mecánica en el motor y el eje, así como las tensiones electrodinámicas en los cables de alimentación conectados y la red de distribución eléctrica, extendiendo la vida útil del sistema.

El motor se adapta a la carga de la máquina controlando la tensión de alimentación del motor trifásico durante la fase de arranque. El equipo se acelera suavemente, lo que alarga la vida útil, mejora el comportamiento operativo y suaviza los flujos de trabajo. Los arrancadores suaves eléctricos pueden utilizar dispositivos de estado sólido para controlar el flujo de corriente y, por tanto, el voltaje aplicado al motor.

Los arrancadores suaves son más caros que los arrancadores DOL, pero se utilizan ampliamente debido a su conveniencia y simplicidad.

Variadores de frecuencia

Un variador de frecuencia (VFD; variador de velocidad, variador de CA) es un tipo de variador de velocidad ajustable que se utiliza en sistemas de accionamiento electromecánicos para controlar la velocidad y el par del motor de CA variando la frecuencia y el voltaje de entrada del motor. Los VFD se utilizan en aplicaciones que van desde pequeños electrodomésticos hasta compresores grandes.

El controlador VFD es un sistema de conversión de electrónica de potencia de estado sólido que consta de tres subsistemas distintos: un convertidor de puente rectificador, un enlace de corriente continua (CC) y un inversor. La mayoría de los variadores son variadores de CA-CA porque convierten la entrada de línea de CA en salida del inversor de CA.

Un VFD es extremadamente versátil y se utiliza a menudo en aplicaciones de procesos donde es necesario mantener una presión o un flujo constante. Además, debido a que el motor puede funcionar a una velocidad más lenta y, por lo tanto, usar menos energía, el uso de un VFD puede facilitar ahorros de energía

significativos.

Los variadores de velocidad son generalmente el método más caro de arranque de motores, pero su versatilidad significa que se utilizan mucho.

Estándares aplicables

Las diferentes normas aplicables se enumeran en **la Figura N82**.

Fig. N82 – Normas aplicables

Estándar	Título
CEI 60947-1	Aparamenta de baja tensión y control – Normas generales
CEI 60947-4-1	Contactores y arrancadores de motor –Contactores y arrancadores de motor electromecánicos
CEI 60947-4-2	Contactores y arrancadores de motor: arrancadores y controladores de motores semiconductores de CA
CEI 60947-6-2	Equipos de funciones múltiples: dispositivos (o equipos) de conmutación de control y protección (CPS)
CEI 61800	Sistemas de accionamiento de energía eléctrica de velocidad ajustable.

En IEC 60947-4-1 se han definido diferentes categorías de utilización para contactores. La selección relativa al control del motor asíncrono se muestra en **la Figura N83**.

Fig. N83 – Diferentes categorías de contactores de CA utilizados para el control de motores asíncronos

Categoría	Aplicaciones Típicas
AC-1	Cargas no inductivas o ligeramente inductivas, hornos de resistencia.
AC-2	Motores de anillos colectores: arranque, parada
AC-3	Motores de jaula de ardilla: arranque, parada de motores durante el funcionamiento
AC-4	Motores de jaula de ardilla: arranque, conexión ^[a] , avance lento ^[b]

- a. Por enchufar se entiende detener o invertir el motor rápidamente invirtiendo las conexiones primarias del motor mientras el motor está en marcha.

- b. Por avance lento (trote) se entiende energizar un motor una vez o repetidamente durante períodos cortos para obtener pequeños movimientos del mecanismo accionado.

Esta página se editó por última vez el 20 de diciembre de 2019 a las 17:52.



Coordinación de protección de motores.

La coordinación de tipo 1 y tipo 2 se define en IEC 60947-4-1.

Algunos fabricantes ofrecen una coordinación total.

Fig. N84 – Nivel de destrucción aceptable según los tipos de coordinación

Coordinación	Consecuencia de un cortocircuito	Campo de aplicación
Tipo 1	El contactor o arrancador no causará peligro a las personas ni a la instalación y puede no ser adecuado para servicio adicional sin reparación y reemplazo de piezas.	Aplicación de propósito general. Máquinas básicas.
Tipo 2	El contactor o arrancador no causará peligro a las personas ni a la instalación y será adecuado para su uso posterior. Se reconoce el riesgo de la soldadura por contacto, en cuyo caso el fabricante indicará las medidas a tomar en cuanto al mantenimiento del equipo.	Proceso con restricciones de disponibilidad, por ejemplo: proceso continuo, máquinas industriales críticas.
Continuidad del servicio (coordinación total)	No se permiten daños ni desajustes. Debe poder reiniciarse inmediatamente después de corregir la falla. No se requiere precaución especial.	

Esta página se editó por última vez el 20 de diciembre de 2019 a las 17:52.



Esquema básico de protección del motor: disyuntor + contactor + relé térmico

Entre los muchos métodos posibles de protección de un motor, la asociación de un disyuntor + contactor + relé térmico ^[1] proporciona muchas ventajas

La combinación de estos dispositivos facilita los trabajos de instalación, así como de operación y mantenimiento, mediante:

- La reducción de la carga de trabajo de mantenimiento: el interruptor automático evita la necesidad de sustituir los fusibles quemados y la necesidad de mantener un stock (de diferentes tamaños y tipos).
- Mejor rendimiento de continuidad: la instalación se puede volver a energizar inmediatamente después de la eliminación de una falla y después de verificar el motor de arranque.
- Los dispositivos complementarios adicionales que a veces se requieren en un circuito de motor se pueden acomodar fácilmente
- Se asegura el disparo de las tres fases (evitando así la posibilidad de “monofásico”)
- Posibilidad de conmutación de corriente a plena carga (mediante disyuntor) en caso de fallo del contactor, p. ej. soldadura de contacto
- entrelazado
- Diversas indicaciones remotas
- Mejor protección del arrancador en caso de sobrecorriente y, en particular, de cortocircuito impedante ^[2] correspondiente a corrientes de hasta aproximadamente 30 veces I_n del motor (consulte **la Fig. F85**).
- Posibilidad de añadir RCD:
 - Prevención de riesgo de incendio (sensibilidad 500 mA)
 - Protección contra la destrucción del motor (cortocircuito de laminaciones) mediante la detección temprana de corrientes de defecto a tierra (sensibilidad de 300 mA a 30 A).

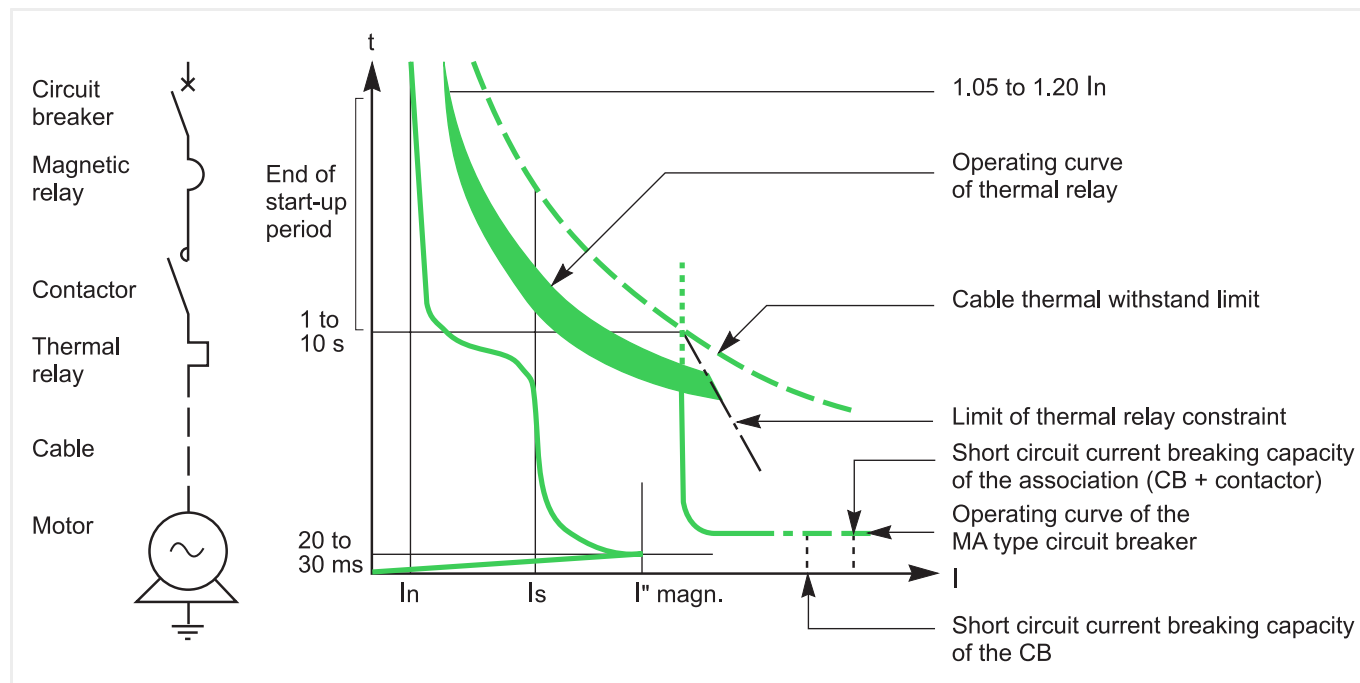


Fig. N85 – Características de disparo de un disyuntor + contactor + relé térmico)

La combinación de disyuntor + contactor + relé térmico para el control y protección de circuitos de motores es eminentemente adecuada cuando:

- El servicio de mantenimiento de una instalación es reducido, como suele ser el caso en terciarios y pequeñas y medianas instalaciones industriales.
- El pliego de condiciones exige funciones complementarias.
- Existe un requisito operativo para una instalación de ruptura de carga en caso de necesidad de mantenimiento.

Notas

1. La combinación de un contactor con un relé térmico se denomina comúnmente «discontactor».

2. En la mayoría de los casos, las fallas de cortocircuito ocurren en el motor, de modo que la corriente está limitada por el cable y el cableado del arrancador y se denominan cortocircuitos impedantes.

Esta página se editó por última vez el 20 de diciembre de 2019 a las 17:52.



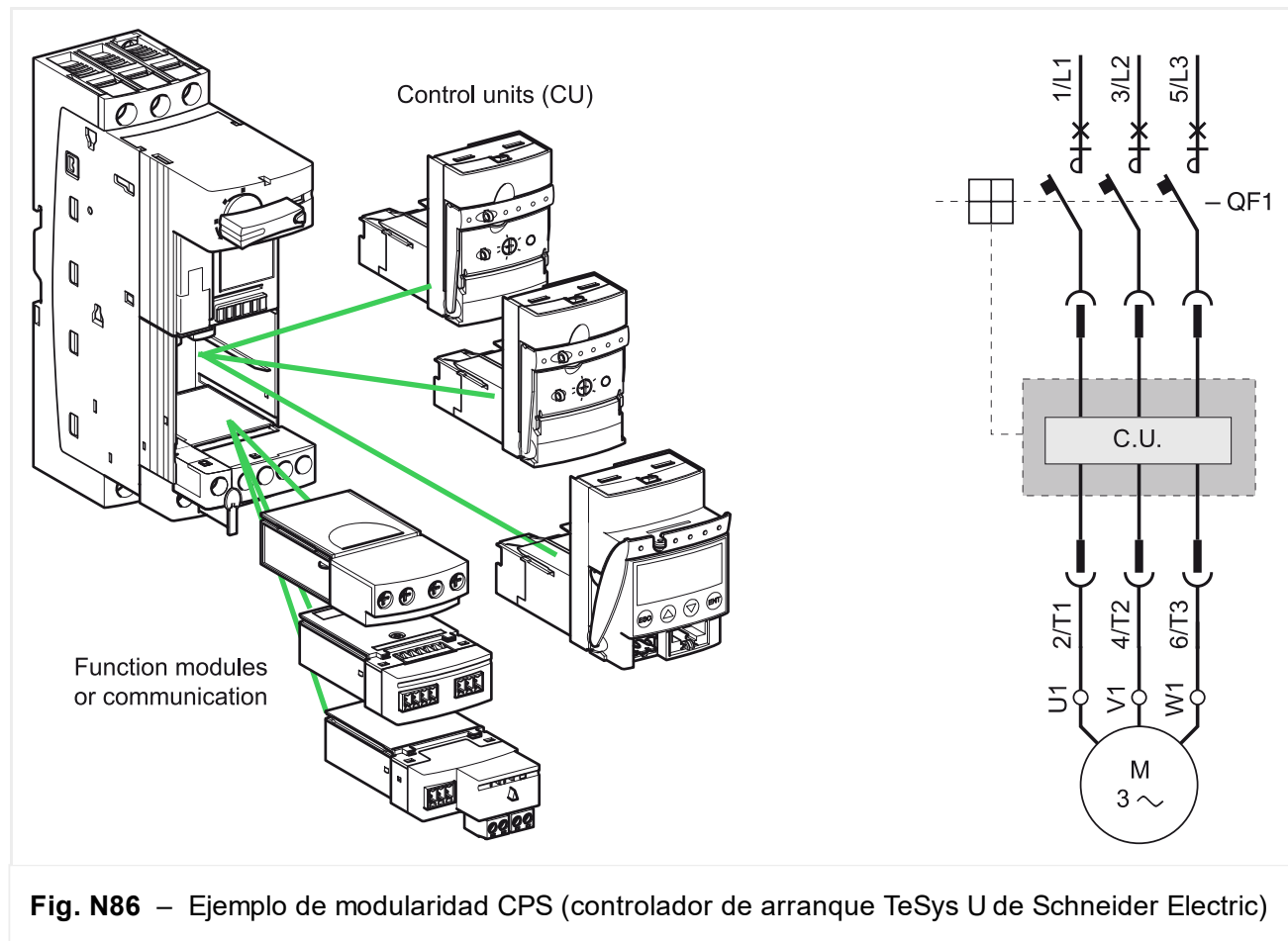
Aparatos de conmutaci3n de control y protecci3n (CPS)

Los CPS o “controladores de arranque” est3n dise1ados para cumplir funciones de control y protecci3n simult3neamente (sobrecarga y cortocircuito). Adem3s, est3n dise1ados para realizar operaciones de control en caso de cortocircuito.

Tambi3n pueden asegurar funciones adicionales como aislamiento, cumpliendo as3 totalmente la funci3n de “unidad de arranque de motor”. Cumplen la norma IEC 60947-6-2, que define en particular los valores asignados y las categor3as de utilizaci3n de un CPS, al igual que las normas IEC 60947-1 y 60947-4-1. Las funciones realizadas por un CPS se combinan y coordinan de tal manera una manera de permitir el tiempo de actividad en todas las corrientes hasta la capacidad de corte de cortocircuito de funcionamiento del lcs del CPS. El CPS puede constar o no de un solo dispositivo, pero sus caracter3sticas se asignan como para un solo dispositivo.

Adem3s, la garant3a de coordinaci3n “total” de todas las funciones garantiza al usuario una elecci3n sencilla con una protecci3n 3ptima y f3cil de implementar.

Aunque se presenta como una sola unidad, un CPS puede ofrecer una modularidad id3ntica o mayor que la soluci3n de unidad de arranque de motor de “tres productos”. Este es el caso del controlador de arranque “TeSys U” de Schneider Electric (consulte **la Figura N86**).



También se pueden instalar funcionalidades adicionales con respecto a:

- Potencia: bloque de inversión, limitador de corriente,
- Control:
 - Módulos de funciones, alarmas, monitorización de carga de motores, rearme automático, etc.
 - Opciones de comunicación como Modbus-RTU (también conocido como SL), Profibus-DP, DeviceNet, CAN-Open, AS-I, etc.
 - Módulos de contactos auxiliares.

Fig. N87 – Funciones de comunicación de TeSys U

Funciones disponibles	Estándar	Avanzado	multifunción
Estado del iniciador (listo, en ejecución, predeterminado)	☒	☒	☒
Función "monitoreo"	☒	☒	☒
alarma térmica	☐	☒	☒
Restablecimiento remoto por autobús	☐	☒	☒
Indicación de carga del motor.	☐	☒	☒
Diferenciación por defecto	☐	☒	☒
Controles de inicio y parada	☐	☐	☒
Alarmas (sobrecorrientes...)	☐	☐	☒
Referencia de configuración de parámetros y función de protección	☐	☐	☒
Función "archivo de registro"	☐	☐	☒

☒ Información transmitida por autobús y funciones realizadas

Esta página se editó por última vez el 12 de enero de 2020 a las 15:51.



Centro Inteligente de Control de Potencia y Motores (iPMCC)

iPMCC

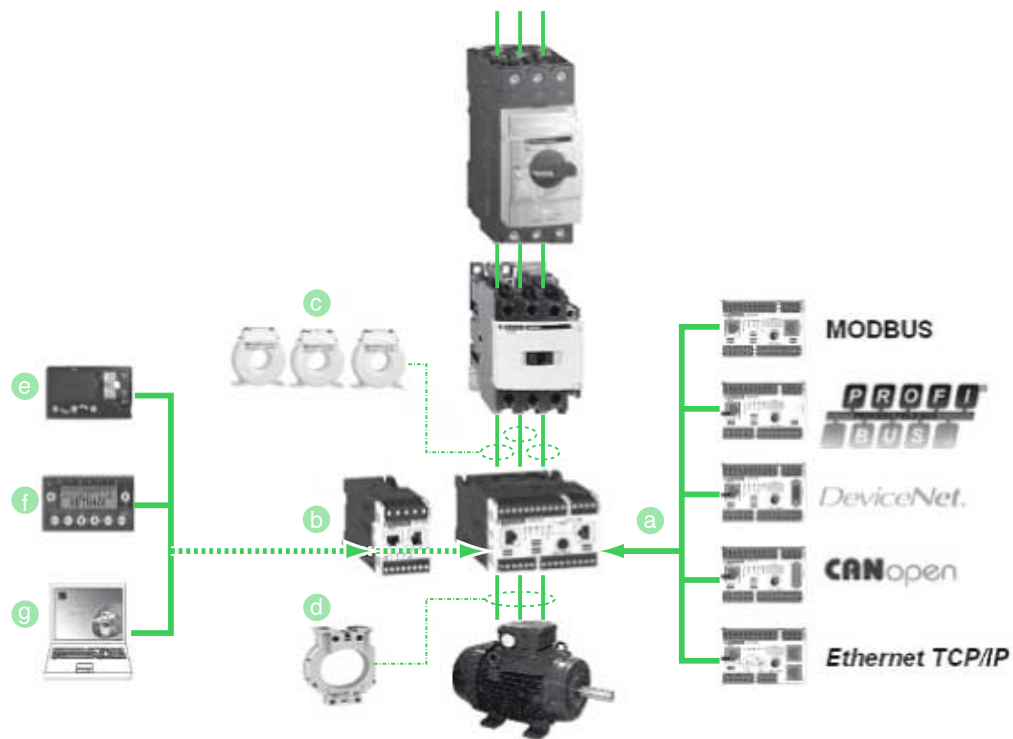
iPMCC es un sistema que integra relés de protección de motores (IMPR) inteligentes en un tablero de distribución del Centro de control de motores y energía altamente confiable. La conectividad con el sistema de supervisión y control se proporciona a través de una red de comunicación industrial.

Esta solución se utiliza especialmente en grandes instalaciones e infraestructuras industriales, con proceso continuo o híbrido, y siempre que la continuidad del servicio sea una prioridad.

Relé de protección de motor inteligente

IMPR es el componente clave de un iPMCC. Es un dispositivo controlado por microprocesador. La monitorización y protección de los motores se realiza en base a medidas procedentes de sensores, como transformadores de corriente, transformadores de tensión (empotrados o externos), sensor térmico, detector de fuga a tierra,... A partir de estas medidas y los ajustes se determinan condiciones de fallo o riesgos potenciales para los motores y operadores.

Según el modelo de protección de motores, un IMPR tiene la capacidad de detectar muchos tipos de fallas. Es una gran mejora en comparación con la protección por relé térmico. Además, un IMPR puede implementar muchas funciones complementarias: monitorización, alarmas, registro de fallos, estadísticas, comunicaciones, etc.



[a] : Relé de protección de motor Tesys T con capacidad de comunicaciones nativas. Las protecciones se basan en corriente y temperatura.

[b] : Módulo de extensión Tesys T que integra medida de tensión y protecciones.

[c] : El CT integrado de Tesys T puede medir la corriente de fuga a tierra del 20% al 500% de FLC (corriente de carga completa). Se puede utilizar un CT externo para obtener una mayor precisión (0,02-10 A).

[d..g] : Diferentes tipos de interfaces hombre-máquina (1 a 1, 1 a 8 y 1 a muchos).

Fig. N88 – Ejemplo de arquitectura de control y protección del motor.

Centro de control de motores

Un Centro de Control de Motores (MCC) es un cuadro eléctrico que agrupa todos los arrancadores de motores de un proceso, con el fin de construir una instalación centralizada. La centralización de la gestión de los arrancadores de motores es requerida en muchas industrias e infraestructuras, para facilitar su operación y mantenimiento. Las unidades funcionales (FU) MCC extraíbles, también conocidas como cajones, se utilizan en aplicaciones críticas, ya que son más cómodas de gestionar en caso de fallo. El arrancador de motor defectuoso se puede sustituir rápidamente, sin necesidad de apagar todo el cuadro de distribución.

Las FU fijas o desconectables se pueden utilizar en aplicaciones menos críticas.

LOS CONJUNTOS tipo MCC deben cumplir plenamente con las normas IEC 61439-1 y 61439-2 para garantizar la disponibilidad, seguridad y confiabilidad de la aplicación. En una configuración iPMCC, la verificación del diseño, especialmente la prueba de aumento de temperatura, es esencial porque el IMPR (dispositivo electrónico) es sensible al calor. Además, MCC debe proporcionar una conexión de bus de comunicación fiable y fiable.

Un MCC se diferencia de un gabinete universal en que un gabinete universal solo puede usarse para acomodar un grupo de unos pocos arrancadores de motor. Tiene requisitos de características eléctricas más bajos y no proporciona separación entre arrancadores de motor en diferentes unidades funcionales. Por lo tanto, en un gabinete universal será necesaria una parada completa antes de operaciones de mantenimiento o cualquier reconfiguración de los arrancadores.

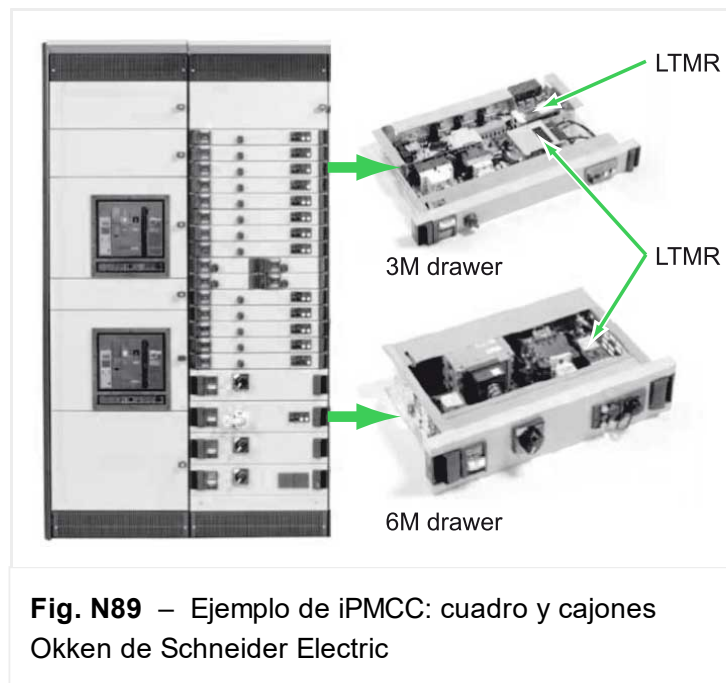


Fig. N89 – Ejemplo de iPMCC: cuadro y cajones Okken de Schneider Electric

Ventajas de las ofertas de iPMCC en comparación con la solución tradicional

Comparado con las soluciones tradicionales, un iPMCC ofrece grandes ventajas tanto en la etapa de diseño y ejecución del proyecto como en la etapa de operaciones.

Propuesta de valor para contratistas durante la etapa de proyecto

- Mejora la eficiencia del proyecto.
 - Reducción del trabajo de ingeniería, ya que los motores de arranque están más estandarizados en una gama más amplia de clasificaciones.
 - Reducción del tiempo de cableado en obra gracias al uso de buses de campo,
 - Reducción del tiempo de configuración gracias a la parametrización remota de los dispositivos de control del motor.
- Reduce el tiempo de puesta en marcha al

- Permitir una mejor comprensión de las reacciones del proceso gracias a diagnósticos y estadísticas detallados.
- Permitir una corrección de errores y un seguimiento de errores más rápidos,
- Ayudando a solucionar problemas de inicio de procesos,
- Permitiendo la reducción de tiempos gracias a soluciones prevalidadas (arquitecturas de referencia).

Propuesta de valor para los usuarios finales durante la etapa de operación

- Mejora de la continuidad del servicio
 - Aumente la disponibilidad del proceso PROTEGIENDO mejor los motores y las cargas.
 - Usando sensores más precisos,
 - Utilizar modelos de protección de motores más precisos.
- Reducción del tiempo de inactividad prematuro
 - Las alarmas suelen dar tiempo para solucionar el problema antes de que se produzca el disparo,
 - Las condiciones del viaje se detallan para ayudar en las operaciones correctivas,
 - Las estadísticas se pueden utilizar para la mejora continua,
 - Registrar todos los cambios de parámetros de protección.
- Costos operativos reducidos
 - Costos de ENERGÍA reducidos,
 - Reducción del consumo de energía,
 - Consumo energético optimizado, benchmarking, asignación de costes.
- Costes de MANTENIMIENTO reducidos
 - Menos tiempo de inactividad,
 - Solución de problemas más rápida,
 - Menos stock de repuestos,
 - Estrategia de mantenimiento preventivo.
- Reducción de costes y tiempo de EVOLUCIÓN
 - Ingeniería simplificada,
 - No requiere cableado,
 - Configuración simplificada,
 - Ajuste y puesta en marcha del proceso más sencillos.

Un iPMCC completo concentra el conocimiento y la experiencia en distribución eléctrica, protección y control de motores, automatización e instalación. Por este motivo, sólo unas pocas empresas líderes en distribución eléctrica y automatización pueden proponer este tipo de solución.

Esta página se editó por última vez el 20 de diciembre de 2019 a las 17:52.

Protocolos y arquitecturas de comunicación en iPMCC.

Se gestionan muchos datos en una aplicación iPMCC. Una aplicación iPMCC suele estar compuesta por entre 50 y 1000 arrancadores de motor. Para supervisar el sistema es necesario enviar información de los motores como estado del motor, valor actual, alarma, etc.

La conexión tradicional de cable a cable no es una forma eficiente ni rentable cuando hay muchos datos que transmitir.

Hoy en día, la comunicación a través de una red es la forma preferida.

Para una introducción sobre medios de comunicación, topologías, protocolos... consulte [Introducción a las redes de comunicación para distribución eléctrica](#) .

Esta página se editó por última vez el 20 de diciembre de 2019 a las 17:52.