

CIRCUITOS AUXILIARES

Por el Ing. Carlos A. Galizia

Secretario del Comité de Estudios CE-10 de la Asociación Electrotécnica Argentina

Consultor en Instalaciones Eléctricas de BTy MT

Consultor en Seguridad Eléctrica de BTy MT

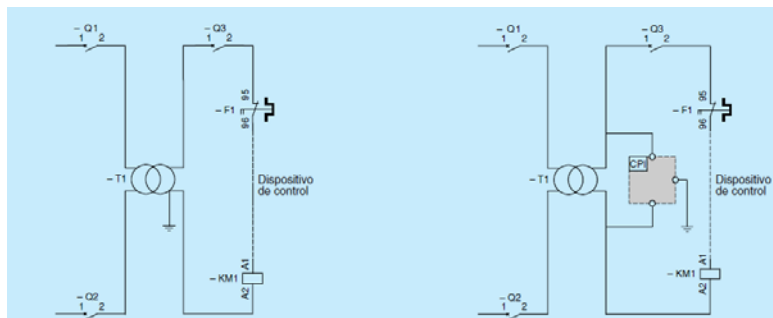
Auditorías Eléctricas, Proyectos,

Asesoramientos y Dirección de Obra

Dictado de Cursos de Capacitación

¿Cómo se deben proyectar los circuitos auxiliares o de comando vastamente empleados en los tableros eléctricos de distribución y en los tableros eléctricos de las máquinas?

Este tema es consultado en forma permanente por los profesionales que concurren a cursos de capacitación o que reciben auditorías eléctricas en sus plantas industriales.



La Reglamentación para la Ejecución de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364 es en general una muy buena Reglamentación, pero todavía no ha tratado determinados temas de mucha importancia, entre los cuales se pueden mencionar las instalaciones eléctricas en **piletas de natación**, en **campings**, en **muebles**, en **quioscos** o como llevar a la práctica los **circuitos auxiliares o de comando**, que son instalaciones normales y habituales en los tableros eléctricos.

Por ello trataremos de volcar en estas páginas lo que se indica en IEC sobre este tema.

En el artículo 557, de IEC 60364 se definen las siguientes cláusulas.

557 Circuitos auxiliares

557.1 Alcance

Esta cláusula se aplica a los circuitos auxiliares, excepto aquellos cubiertos por normas de producto o normas de instalaciones o sistemas específicos.

557.2 Términos y definiciones

Para el propósito de este documento se aplican las siguientes definiciones.

Nota: Para definiciones generales ver IEC 60050-826.

557.2.1

Circuitos auxiliares

Circuitos para la transmisión de señales destinadas al control o comando, detección, supervisión o medición del estado funcional de un circuito principal.

557.2.2

Circuito principal

Circuito que contiene equipamiento para generación, conversión, transformación, distribución o maniobra de equipos eléctricos de potencia o equipos utilizadores de corriente.

557.2.3

Salida de señal de limitación de corriente

Salida de señal suministrada por un dispositivo que sirve para limitar la corriente

557.2.4

Intrínsecamente protegido contra los cortocircuitos y los defectos a tierra

Estado de un equipo eléctrico o de un conjunto o tablero protegido contra cortocircuitos y fallas a tierra por un diseño e instalación adecuados. (Fuente IEC 60050 826-14-15 del 2004)

557.2.5

Nivel de integridad de la seguridad (SIL de safety integrity level)

Nivel ponderado o discreto para la especificación de los requisitos de integridad de la seguridad de las funciones de seguridad que deben darse a los sistemas eléctricos / electrónicos relacionados con la seguridad electrónica programable, donde el nivel 4 de integridad de la seguridad tiene el grado más alto de integridad y el nivel de integridad de seguridad 1 tiene el grado más bajo (Fuente: IEC 61508-4:2010, 3.5.8, modificado)

557.3 Requerimientos para circuitos auxiliares

557.3.1 Generalidades

La alimentación en CA o en CC de los circuitos auxiliares puede ser tanto dependiente como independiente del circuito principal de acuerdo con la función requerida. Si el estado del circuito principal debe ser señalizado, entonces el circuito de señalización deberá ser capaz de operar independientemente del circuito principal.

Nota: en instalaciones extensas, es preferible emplear corriente continua en la alimentación de los circuitos auxiliares.

557.3.2 Alimentación de circuitos auxiliares dependiente del circuito principal

557.3.2.1 Generalidades

Los circuitos auxiliares con alimentación dependiente del circuito principal deben ser conectados al circuito principal:

- a) directamente (ver Figura 557.1); o
- b) a través de un rectificador (ver Figura 557.2); o
- c) a través de un transformador (ver Figura 557.3).

Es recomendable que los circuitos auxiliares que alimentan principalmente equipos o sistemas electrónicos no sean alimentados directamente desde el circuito principal siendo conveniente que la alimentación posea como mínimo una **separación simple** del circuito principal.

Nota aclaratoria

Para recordar el significado de la Separación Simple recurrimos a la Norma IEC 61140 (y a la Norma AEA 91140)

3.23 Separación simple

Separación entre circuitos o entre un circuito y tierra por medio de una aislación básica.

5.2.6 Separación simple (entre circuitos)

La separación simple entre un circuito y otros circuitos o tierra deberá ser realizada por una aislación básica sobre todo el circuito, debiendo tener dicha aislación básica una tensión asignada para la mayor tensión presente.

Si un componente es conectado entre los circuitos separados, dicho componente deberá resistir las sollicitaciones eléctricas especificadas para la aislación que cortocircuita o puentea y su impedancia deberá limitar la circulación de la corriente presunta a través del componente, al valor de la corriente de contacto permanente indicada en 5.1.6.

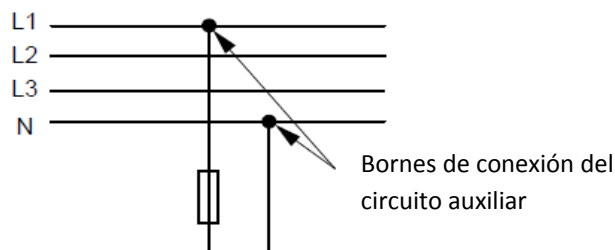


Figura 557.1 – Circuito auxiliar alimentado directamente desde el circuito principal

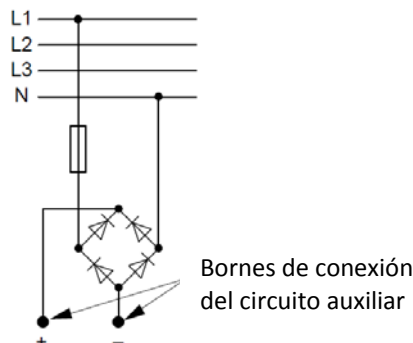


Figura 557.2 - Circuito auxiliar alimentado a través de un rectificador desde el circuito principal

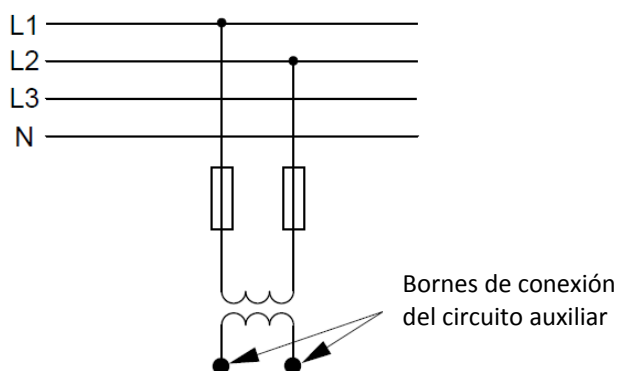


Figura 557.3 - Circuito auxiliar alimentado desde el circuito principal a través de un transformador

Nota: En el caso de circuitos auxiliares alimentados directamente desde el circuito principal, el circuito auxiliar comienza en el punto de conexión al circuito principal, ver Figura 557.1. Cuando la alimentación del circuito auxiliar se realiza a través de un rectificador, ver Figura 557.2, o a través de un transformador, ver Figura 557.3, el circuito auxiliar comienza en el lado de corriente continua del rectificador o en el lado secundario del transformador.

557.3.2.2 Circuitos auxiliares alimentados desde el circuito principal a través de transformador

Cuando el circuito auxiliar es alimentado por más de un transformador ellos deberán ser conectados en paralelo, tanto del lado primario como del lado secundario.

557.3.3 Circuitos auxiliares alimentados por una fuente independiente

Cuando se emplea una fuente independiente para alimentar el circuito auxiliar, debe ser detectada la pérdida de la alimentación del circuito principal o una caída de tensión en la alimentación del circuito principal. Un circuito auxiliar independiente no debe crear una situación peligrosa.

Nota: Las baterías y los sistemas de alimentación independientes de la fuente principal son ejemplos de fuentes independientes.

557.3.4 Circuitos auxiliares con conexión a tierra y sin conexión a tierra

557.3.4.1 Generalidades

Un circuito auxiliar debe cumplir con los requisitos establecidos en IEC 60364 (o en la Reglamentación AEA 90364), excepto por las modificaciones indicadas en 557.3.4.2 o 557.3.4.3.

Nota: Depende de los requisitos que se le exijan al circuito auxiliar para decidir si el circuito auxiliar se opera con conexión a tierra o sin conexión a tierra. Por ejemplo, en circuitos auxiliares conectados a tierra, una falla a tierra en un conductor no conectado a tierra conduce a la desconexión de la fuente de alimentación del circuito auxiliar. En circuitos auxiliares no conectados a tierra, una falla a tierra en un conductor conduce sólo a una señal desde el controlador permanente de aislación o monitor de aislación IMD (insulation monitoring device) (véase 557.3.4.3).

La utilización de circuitos auxiliares no conectados a tierra debe ser considerada cuando se requiere una alta confiabilidad.

557.3.4.2 Circuitos auxiliares conectados a tierra

Los circuitos auxiliares conectados a tierra alimentados a través de un transformador deberán ser conectados a tierra sólo en un punto del lado secundario del transformador. La conexión a tierra deberá ser situada cerca del transformador. La conexión deberá ser fácilmente accesible y en condiciones de ser fácilmente desconectada o aislada para realizar mediciones de la aislación.

557.3.4.3 Circuitos auxiliares no conectados a tierra

Si un circuito auxiliar es operado a través de un transformador no conectado a tierra, se deberá instalar sobre el lado secundario del transformador un controlador permanente de aislación o monitor de aislación IMD (insulation monitoring device) que cumpla con IEC 61557-8.

Nota: Dependiendo de la evaluación del riesgo se deberá determinar si la señal del IMD es para iniciar una alarma acústica y/o visual o transmitir la señal a un sistema de control o comando.

557.3.5 Alimentación de los circuitos auxiliares

557.3.5.1 Generalidades

La tensión nominal de los circuitos auxiliares y de los componentes utilizados en los circuitos auxiliares deben ser compatibles con la alimentación a esos circuitos.

Nota: Si la tensión de alimentación es demasiado baja para el diseño del circuito, la operación no será confiable por ejemplo, para el funcionamiento adecuado de los relés.

Es conveniente tener en cuenta los efectos de la caída de tensión en el funcionamiento correcto de la instalación eléctrica y de los materiales eléctricos de los circuitos auxiliares, por ejemplo:

- en los casos de alimentación mediante corriente alterna, los relés y las válvulas solenoide o electroválvulas pueden tener una corriente de conexión (de inrush) de 7 a 8 veces la corriente de mantenimiento;
- en los casos de alimentación mediante corriente continua la corriente de conexión o de inrush es igual a la corriente permanente o estacionaria;
- en los casos de motores de arranque directo, la corriente de arranque puede reducir la tensión de alimentación de los circuitos auxiliares dependientes del circuito principal por debajo de la tensión mínima de funcionamiento del dispositivo de conexión asociado.

557.3.5.2 Alimentación de reserva o alimentación de servicios de seguridad

Cuando se emplea un suministro de energía de reserva o una alimentación desde un grupo electrógeno para alimentar circuitos auxiliares, se debe tener en cuenta la variación de frecuencia.

557.3.5.3 Alimentación en corriente alterna

Es preferible que la tensión nominal de los circuitos de control o comando no exceda de:

230 V para el caso de circuitos con frecuencia nominal de 50 Hz,

277 V para el caso de circuitos con frecuencia nominal de 60 Hz,

respectivamente, tomando en cuenta las tolerancias de la tensión establecidas en IEC 60038.

El dimensionamiento de la longitud del conductor con respecto a las capacidades (capacitancias) de los conductores, por ejemplo, conexión a un interruptor fin de carrera, necesita ser coordinado con los relés seleccionados o con las válvulas solenoide.

El mantenimiento o permanencia de la tensión causada por la elevada capacidad de los conductores puede perjudicar o comprometer la desconexión de un relé o de un solenoide.

557.3.5.4 Alimentación en corriente continua

557.3.5.4.1 Alimentación desde una red de energía (power system)

Es preferible que la tensión nominal de los circuitos de control o comando en CC, no exceda de 220 V.

557.3.5.4.2 Alimentación por baterías

Cuando se emplean baterías como fuente de alimentación de circuitos auxiliares, las fluctuaciones de tensión debidas a las cargas y descargas no deberá exceder la tolerancia de tensión especificada en IEC 60038, a menos que el circuito auxiliar esté específicamente diseñado para compensar tales fluctuaciones de tensión. La compensación de las fluctuaciones de tensión se puede conseguir por elementos de oposición.

557.3.6 Medidas de protección

557.3.6.1 Protección de los sistemas de cableado o de las canalizaciones.

En el caso de circuitos auxiliares extensos o de gran longitud es necesario asegurar que la corriente de operación o disparo del dispositivo de protección (DP) se cumpla también en el extremo de los cables o conductores respectivos (punto más alejado), ver IEC 60364-4-43: 2008, Cláusula 433.1. (*Reglamentación AEA 90364-4-43 Cláusula 433.1*)

Se permite que los circuitos auxiliares monofásicos de CA o de CC conectados a tierra, alimentados desde el lado secundario de un transformador para una alimentación auxiliar, estén protegidos por dispositivos unipolares. Los dispositivos de protección deberán ser insertados sólo en los conductores que no están conectados directamente a tierra.

Los circuitos auxiliares de CA o de CC no conectados a tierra, deberán ser protegidos contra cortocircuitos por un DP que interrumpa todos los conductores de línea. No obstante se permite la protección unipolar si la tensión asignada y la característica tiempo-corriente del correspondiente dispositivo de protección contra los cortocircuitos, se ha seleccionado de forma tal que proteja al conductor de menor sección.

Nota 1: La utilización de dispositivos de protección que desconecten todos los conductores de línea de un circuito auxiliar no conectado a tierra ayuda a diagnosticar las fallas y a las tareas de mantenimiento.

Si el dispositivo de protección contra los cortocircuitos ubicado en el lado primario del transformador que alimenta a los circuitos auxiliares es seleccionado de forma tal que también proteja contra las corrientes de cortocircuito que se produzcan en el lado secundario del transformador, se puede omitir el dispositivo de protección contra los cortocircuitos en el lado secundario del transformador.

Nota 2: La magnitud de la corriente de cortocircuito del lado primario del transformador depende también de la impedancia del transformador.

557.3.6.2 Protección contra cortocircuitos

Los contactos de conmutación (apertura o cierre) del dispositivo de conmutación o maniobra del circuito auxiliar deben ser protegidos contra los daños que puedan causarle las corrientes de cortocircuito, para lo cual deberán seguirse las instrucciones del fabricante.

557.4 Características de cables y conductores-Secciones (transversales) mínimas

Con el objetivo de asegurar una adecuada resistencia mecánica, deberá cumplirse con las secciones mínimas siguientes, indicadas en la Tabla 557.1. Si existieran exigencias de resistencia mecánica especiales para los cables o conductores, entonces se podrán emplear conductores de mayor sección seleccionados de acuerdo con 522.6 de IEC 60364-5-52:2009 (*Reglamentación AEA 90364-5-52 Cláusula 522.6*) .

Tabla 557.1 – Sección mínima de conductores de cobre en mm²

Aplicación	Tipo de cable				
	Unipolar		Bipolar		Multipolar
	Un alambre	Alambres trenzados	Con pantalla	Sin pantalla	Con pantalla o no apantallado
Circuitos de control o comando ^a	0,5	0,5	0.5	0,5	0.1
Transferencia de Datos	—	—	—	—	0.1
^a Otros circuitos auxiliares pueden requerir conductores de cobre de una mayor sección, por ejemplo para medición.					
Nota: La sección de los conductores de cobre es derivada de IEC 60364-5-52:2009.					

557.5 Exigencias relativas a los circuitos auxiliares utilizados para medición

557.5.1 Generalidades

Los circuitos de medición son circuitos auxiliares con requisitos dedicados (exigencias específicas) que se indican en las sub-cláusulas siguientes.

557.5.2 Circuitos auxiliares para la medición directa de magnitudes eléctricas

Cuando existe contacto directo de un dispositivo de medición con el circuito principal, se deben aplicar las siguientes medidas de protección para evitar el calentamiento excesivo de los cables:

- los requisitos establecidos en los artículos 8.6.2 y 8.6.4 de IEC 61439-1: 2011 y/o
- el empleo de dispositivos de protección contra cortocircuitos (DPCC)

Si una interrupción del circuito de medición por la desconexión del DPCC puede dar lugar a una situación peligrosa, el DPCC debe desconectar también el correspondiente circuito principal.

En el caso de dispositivos de medición con un contacto directo entre el circuito de medición y la fuente auxiliar se debe poner atención a la concordancia de fases y a la correcta polaridad.

557.5.3 Circuitos auxiliares para medición de magnitudes eléctricas por medio de transformadores

557.5.3.1 Transformadores de corriente

Cuando un dispositivo de medición es conectado al circuito principal por medio de un transformador de corriente, se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

- el lado secundario de un transformador de corriente en una instalación de BT no debe ser puesto a tierra, salvo cuando la medición sólo puede ser realizada con una conexión a tierra
- no se deben emplear dispositivos de protección que interrumpan el circuito sobre el lado secundario de los transformadores de corriente.
- los conductores sobre el lado secundario de los transformadores de corriente deben estar aislados para la mayor tensión con relación a cualquier parte activa o deberán ser instalados de forma tal que su aislación no pueda entrar en contacto con las partes activas, por ejemplo no tener contacto con las barras;
- se deben proveer terminales o bornes para mediciones temporarias o de corta duración;

Para reducir la influencia de la impedancia de los conductores en los resultados de la medición, es preferible que el secundario de los transformadores de corriente trabaje con una corriente nominal de 1 A.

Los requerimientos indicados antes no se aplican a los transformadores de corriente sumadores en los que no se presenten tensiones peligrosas, por ejemplo en equipos para localización de fallas de aislación que cumplan con IEC 61557-9.

557.5.3.2 Transformadores de tensión

El lado secundario de un transformador de tensión debe ser protegido por un DPCC (dispositivo de protección contra los cortocircuitos).

557.6 Consideraciones Funcionales

557.6.1 Tensión de alimentación

Cuando la pérdida de tensión, es decir fluctuaciones de tensión, sobretensiones, o subtensiones, pueden hacer que el circuito auxiliar sea incapaz de realizar su función prevista, deben preverse los medios para asegurar la continuidad de funcionamiento del circuito auxiliar.

557.6.2 Calidad de la señal en función de las características de los cables

El funcionamiento de un circuito auxiliar no debe verse afectado negativamente por las características del cable entre los componentes funcionales, incluyendo la impedancia y la longitud del cable,

La capacidad (capacitancia) del cable no deberá perjudicar el buen funcionamiento de un actuador en el circuito auxiliar. Las características del cable y su longitud se tendrán en cuenta para la selección de los dispositivos de maniobra, control y protección o de los circuitos electrónicos.

Para un circuito auxiliar extenso o de gran longitud, es recomendable el empleo de una alimentación en corriente continua o un sistema de BUS.

557.6.3 Medidas para evitar la pérdida de funcionalidad

Los circuitos auxiliares que cumplen con una función especial en la que la confiabilidad es crítica requiere consideraciones adicionales de proyecto para minimizar la probabilidad de fallas de cableado. Estas fallas de cableado pueden dar como resultado pérdida de la función y / o pérdida de la señal. Entre las consideraciones de proyecto se pueden citar:

- selección de métodos apropiados de instalación de los cables (véase 557.4),
- selección de equipos y materiales en los cuales no sea posible una falla de aislación con masa o un cortocircuito con las masas, por ejemplo un material de Clase II;
- utilización de instalaciones y equipos intrínsecamente protegidos contra cortocircuitos, contra fallas de aislación o contra fallas a tierra.

Para la utilización de instalaciones y equipos intrínsecamente protegidos contra cortocircuitos y defectos a tierra, se consideran los siguientes métodos:

- a) El empleo de conductores unipolares si se proporcionan medidas que eviten el contacto mutuo y el contacto con masas eléctricas, por ejemplo, con la utilización de conductores unipolares aislados con aislación básica y cuando no sean esperables cortocircuitos por influencias externas. Esto puede conseguirse, por ejemplo, por
 - Instalación en sistemas de cablecanales, o
 - Instalación en cañerías o conductos.
- b) El empleo de
 - Cables unipolares o
 - Cables unipolares con revestimiento o cubierta no metálica, o
 - Cables flexibles aislados con goma.
- c) Cables con cubierta no metálica provistos de una protección contra daños mecánicos y a una distancia de seguridad con relación a materiales inflamables.
- d) El empleo de cables con cubierta no metálica de tensión nominal U_0/U de 0,6 / 1 kV como mínimo (U_0 = tensión entre conductor y tierra, U = tensión entre conductores).
- e) Utilización de cables cuyos conductores tengan aislación autoextinguible y que sean resistentes al fuego.
- f) El empleo de cables que obtienen protección física por estar enterrados, por ejemplo, instalación de cables enterrados en el suelo con protección mecánica o en caños enterrados con protección por ejemplo de hormigón.

Para un cortocircuito lateral, que sería un cortocircuito de dos conductores paralelos que forman parte del tablero, se debe adoptar alguna disposición o medida de protección que los proteja del cortocircuito

Nota: Esto se puede lograr mediante el uso de cables con una pantalla conectada a tierra. En el caso de que un cable sufra un pellizco o corte, se debe considerar un posible cortocircuito a tierra a través de la pantalla del cable. En los circuitos auxiliares conectados a tierra, proyectados para funcionar como un circuito cerrado, un cortocircuito puede provocar la actuación del DP contra cortocircuitos (disparo de un interruptor automático o fusión de un fusible). En los circuitos auxiliares no puestos a tierra, el cortocircuito provocado por la falla de aislación es detectado por el controlador permanente de aislación o monitor de aislación.

557.6.4 Salidas de señales con limitación de corriente

En los circuitos auxiliares puestos a tierra o en los circuitos auxiliares no conectados con tierra, con señales de salida con limitación de corriente o con protección contra los cortocircuitos electrónicamente controlada, respectivamente, el circuito de señales deberá ser desconectado dentro de los 5 segundos si el dispositivo de protección opera. En casos especiales, puede ser necesario un tiempo de desconexión más corto.

En los casos de señales de salida con limitación de corriente o con protección contra los cortocircuitos electrónicamente controlados, se puede omitir la desconexión automática de la alimentación si son poco probables las situaciones peligrosas.

557.6.5 La conexión al circuito principal

557.6.5.1 Circuitos auxiliares sin conexión directa con el circuito principal

Los actuadores eléctricos, por ejemplo, los relés de comando o accionamiento, los contactores, las luces de señalización, los dispositivos de enclavamiento electromagnéticos, deberán estar conectados al conductor común (véase la Figura 557.4):

- a) en los circuitos auxiliares conectados a tierra, al conductor (común) conectado a tierra;
- b) en los circuitos auxiliares no conectados a tierra, al conductor común.

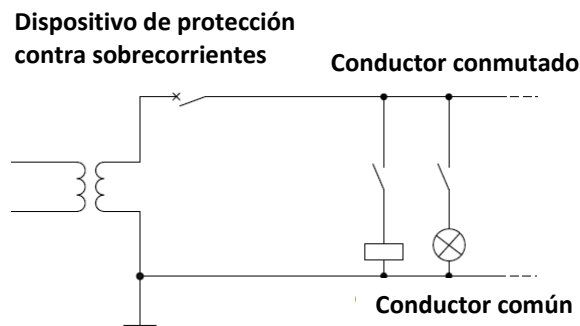


Figura 557.4 Configuración de un circuito auxiliar

Excepción: Los elementos de conmutación de los relés de protección, por ejemplo, relés de sobrecorriente, pueden ser instalados entre el conductor puesto a tierra y una bobina, o entre el conductor no conectado a tierra y una bobina, siempre que:

- esta conexión esté contenida dentro de una envolvente común, o
- que conduzca a una simplificación de los dispositivos externos de control, por ejemplo, barras conductoras, bobinas de cables, conectores múltiples, y teniendo en cuenta los requisitos de 557.3.6.2.

557.6.5.2 Circuitos auxiliares con conexión directa al circuito principal

Si el circuito auxiliar

- a) es alimentado entre dos conductores de línea (por ejemplo L1 y L2 de un esquema IT), se deben emplear contactos de conmutación bipolares;
- b) está conectado al neutro puesto a tierra, del circuito principal, se deben aplicar las exigencias de IEC 60364-4-43 (Reglamentación AEA 90364-4-43).

557.6.6 Conexiones enchufables (mediante fichas)

La intercambiabilidad entre las diferentes conexiones enchufables se permitirá sólo si no va a dar lugar a daños mecánicos o si no introducen riesgos de incendio, de choque eléctrico o de lesiones a las personas.

Nota 1: Esas conexiones mediante fichas forman (o pueden formar) una parte de los circuitos auxiliares y pueden conducir diferentes señales

Nota 2: La protección contra la intercambiabilidad puede ser obtenida por marcación, por polarización, por diseño o por bloqueo electrónico.

Los conectores deben estar protegidos contra desconexiones no deseadas o intempestivas.

557.7 Seguridad funcional

En los casos de sistemas o funciones vinculadas con la seguridad según la serie IEC 61508 o normas equivalentes, se deben seguir todas las especificaciones y requisitos de instalación indicados en las instrucciones del fabricante para el sistema relacionado con la seguridad.

557.8 Compatibilidad electromagnética (CEM o EMC)

Para cumplir con las exigencias de CEM se deben seguir todas las especificaciones y requisitos de instalación indicados en las instrucciones del fabricante para la CEM.

Conclusiones:

Como se ha dicho en las primeras líneas de este trabajo, pese a que la Reglamentación para la Ejecución de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364 es en general una muy buena Reglamentación, todavía no ha tratado determinados temas de mucha importancia, entre los cuales se puede mencionar como llevar a la práctica los circuitos auxiliares o de comando, que son instalaciones normales y habituales dentro de los tableros eléctricos de distribución/ potencia para personal capacitado, para personal no capacitado, para obradores, tratados en las Normas IEC 61439 y para los tableros de máquinas tratados en IEC 60204.

Por esa razón se ha tratado de volcar en estas páginas lo que se indica en una enmienda de IEC de octubre de 2012 correspondiente al artículo 557, de IEC 60364 que oportunamente la Reglamentación AEA 90364 deberá incorporar.