

Construcción de un tablero eléctrico de baja tensión conforme a las normas IEC 61439

Por Augusto Tolcachier, Gerente regional de *marketing* y ventas de ABB

Introducción

Un tablero o cuadro eléctrico es una combinación de varios dispositivos de protección y maniobra, agrupados en una o más cajas adyacentes (columnas).

En este artículo, el término "cuadro" se utiliza para hacer referencia a un conjunto de equipos de protección y maniobra de baja tensión.

En lo referido a las normas, se ha producido un cambio con la sustitución de la antigua norma IEC 60439-1 por las normas IEC 61439-1 e IEC 61439-2. Estas normas son aplicables a todos los cuadros de distribución y control de baja tensión (aquellos en los que la tensión nominal no supera los 1000 V para CA o los 1500 V para CC).

Este artículo tiene como fin describir algunas de las principales innovaciones y cambios introducidos en las nuevas normas.

1. Normas relativas a los cuadros de baja tensión y su aplicabilidad

La reciente publicación de la nueva norma IEC 61439 ha obligado a cambiar y perfeccionar el concepto de cuadro eléctrico de distribución y maniobra, que había permanecido invariable desde 1990.

Sigue considerando que un cuadro es un componente estándar de la instalación, como un interruptor automático o un tomacorriente, aunque está formado por la unión de varios aparatos,

agrupados en una o más cajas adyacentes (columnas).

En un cuadro es posible distinguir las siguientes partes: una caja, denominada envolvente conforme a las normas (y cuya función es el soporte y la protección mecánica de los componentes que alberga), y el equipo eléctrico, formado por los aparatos, las conexiones internas y los terminales de entrada y salida para la conexión a la instalación.

Este sistema debe ser montado de manera que cumpla los requisitos de seguridad y realice de forma óptima las funciones para las cuales ha sido diseñado.

Además de la nueva norma, existen otros dos documentos publicados por IEC sobre cuadros eléctricos todavía disponibles:

- Norma IEC 60890, que describe un método de evaluación de sobretensión mediante cálculo.
- Norma IEC 61117, que describe un método para evaluar la resistencia a cortocircuitos mediante cálculo o mediante la aplicación de las normas de diseño.





1.1 Norma IEC 61439-1

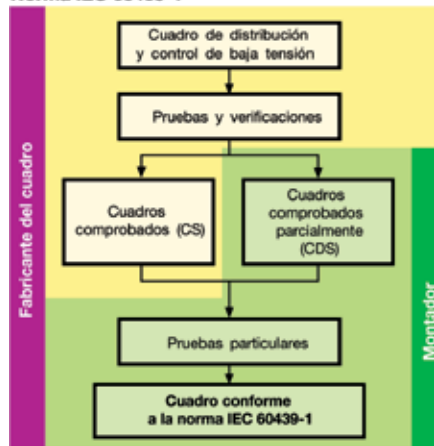
El nuevo grupo de normas está compuesto por la norma básica 61439-1 y las normas específicas que hacen referencia a la tipología de los cuadros. La primera norma aborda las características, propiedades y rendimiento comunes a todos los cuadros, los cuales serán después detallados en las normas específicas relevantes.

Ésta es la estructura actual de la nueva norma IEC 61439:

- IEC 61439-1: "Cuadros de distribución y maniobra de baja tensión - Parte 1: Reglas generales"
- IEC 61439-2: "Cuadros de distribución de potencia y maniobra"
- IEC 61439-3: "Cuadros de distribución"
- IEC 61439-4: "Cuadros para obras"
- IEC 61439-5: "Cuadros para distribución de potencia en redes públicas"
- IEC 61439-6: "Sistemas de canalización para embarrado"

En lo referido a la declaración de conformidad, cada tipología específica de cuadro deberá ser declarada conforme a la respectiva norma de producto (es decir, que deberá declararse la conformidad de los cuadros PSC con IEC 61439-2, mientras que para los cuadros de distribución deberá declararse su conformidad con IEC 61439-3).

Norma IEC 60439-1



La transición total de la anterior norma IEC 60439 a la actual IEC 61439 deberá completarse antes de que finalice el año 2014, para todos los casos.

La norma básica establece los requisitos para la construcción, seguridad y mantenimiento de los cuadros eléctricos, identificando las características nominales, condiciones de servicio ambientales, requisitos mecánicos y eléctricos, así como los requisitos relativos al rendimiento.

La nueva norma elimina completamente la dualidad CS (cuadros de tipo probado, TTA) y CDS (cuadros de tipo parcialmente probado, PTTA), sustituyéndola por el concepto de cuadro "conforme", es decir, cualquier cuadro que cumpla las verificaciones de diseño impuestas por la norma misma.

Con este fin, la norma introduce tres tipos de verificación distintos pero equivalentes (verificación de diseño) de los requisitos de confor-

Norma IEC 61439-1-2



midad de un cuadro; se trata de:

- Verificación mediante pruebas en laboratorio.
- Verificación mediante cálculo.
- Verificación mediante el cumplimiento de las normas de diseño.

Las diferentes características (sobretensión, aislamiento, corrosión, etc.) pueden garantizarse empleando cualquiera de estos tres métodos; puede utilizarse uno u otro indiferentemente para garantizar la conformidad.

En algunas características, como la resistencia a la corrosión o a los impactos mecánicos, solamente se acepta la verificación mediante pruebas; en otras, como la sobretensión y los cortocircuitos, se aceptan las tres formas de verificación: pruebas, cálculo o normas de diseño.

Otro importante cambio en la nueva norma es una definición más concreta de la figura del fabricante.

Existen dos formas de ser fabricante: fabricante original y fabricante del cuadro. Las tareas y verificaciones que corresponden a cada uno se resumen en la figura de la página anterior, especialmente en lo referido a los principales cambios y novedades introducidos por la nueva norma.

Estas verificaciones pueden llevarse a cabo en cualquier orden. El hecho de que las verificaciones particulares sean llevadas a cabo por el fabricante del cuadro no exime al instalador de verificarlos después del transporte e instalación del mismo.

2. Características eléctricas nominales de un cuadro

Tensión nominal (U_n)

Valor nominal máximo de tensión de CA (rms) o de CC, declarado por el fabricante del cuadro, a la cual el circuito o circuitos principales del cuadro está o están diseñados para conectarse. En circuitos trifásicos es la tensión entre fases.

Tensión nominal de empleo (U_e)

Tensión nominal del circuito de un cuadro que, combinada con la intensidad nominal del circuito, determina su aplicación. En circuitos trifásicos, esta tensión equivale a la tensión entre fases.

En un cuadro normalmente

hay un circuito principal, con su propia tensión nominal, y uno o más circuitos auxiliares con sus respectivas tensiones nominales.

El fabricante deberá indicar los límites de tensión a respetar para el correcto funcionamiento de los circuitos del interior del cuadro.

Tensión nominal de aislamiento (U_i)

Valor de tensión del circuito de un cuadro al que hacen referencia las tensiones de prueba (rigidez dieléctrica) y las distancias de aislamiento superficiales. La tensión nominal de cada circuito no deberá superar la tensión nominal de aislamiento.

Tensión nominal soportada a impulsos (U_{imp})

Valor máximo de un impulso de tensión que el circuito de un cuadro puede resistir en condiciones específicas y al cual hacen referencia los valores de las distancias de aislamiento en aire. Debe ser igual o mayor que los valores de las sobretensiones transitorias que se producen en el sistema en el cual se instala el cuadro.

Intensidad nominal del cuadro (I_{nA})

Se trata de una nueva característica introducida por la norma IEC 61439 que normalmente indica la corriente de carga de entrada

máxima permanente y permitida o bien la corriente máxima que un cuadro puede resistir. En cualquier caso deberá poder resistir la intensidad nominal, siempre que se cumplan los límites de sobretensión y temperatura indicados por la norma.

Intensidad nominal de un circuito (I_{nc})

Es el valor de corriente que puede ser transportado por un circuito sin que la sobretensión de las diversas partes del cuadro supere los límites especificados conforme a las condiciones de prueba del apartado 7 de la norma.

Intensidad nominal de corta duración (I_{cw})

Valor rms de la corriente durante la prueba de cortocircuito durante un segundo; este valor, declarado por el fabricante, no provoca la apertura del dispositivo de protección y es el valor que el cuadro puede resistir sin sufrir daños en condiciones específicas, definidas en términos de corriente y tiempo. Es posible asignar valores I_{cw} diferentes a un cuadro para distintos periodos de tiempo (por ejemplo, 0,2 o 3 segundos).

Intensidad nominal de pico admisible (I_{pk})

Valor pico de la corriente de



cortocircuito declarado por el fabricante del cuadro que éste es capaz de resistir en las condiciones especificadas.

Intensidad nominal de cortocircuito (I_{cc})

Valor eficaz rms de una posible corriente de cortocircuito, declarada por el fabricante, que ese circuito, equipado con un dispositivo de protección contra cortocircuito especificado por el fabricante, puede resistir satisfactoriamente durante el tiempo de servicio del dispositivo en las condiciones de prueba especificadas.

Factor nominal de contemporaneidad (RDF)

Valor, por unidad de la intensidad nominal, asignado por el fabricante del cuadro al cual pueden estar cargados, de forma continua y simultánea, los circuitos de salida de un cuadro, teniendo en cuenta las mutuas influencias térmicas. El factor nominal de contemporaneidad puede indicarse para grupos de circuitos o para todo el cuadro.

El factor nominal de contemporaneidad es igual a $\sum I_b / \sum I_n$

El factor nominal de contemporaneidad multiplicado por la intensidad nominal de los circuitos (I_n) debe ser igual o mayor que la

carga estimada de los circuitos de salida (I_b).

El factor nominal de contemporaneidad se aplica a los circuitos de salida del cuadro y demuestra que es posible cargar parcialmente varias unidades funcionales.

Cuando el fabricante indica un factor nominal de contemporaneidad, dicho factor deberá utilizarse para la prueba de sobretensión; en caso contrario deberá hacerse referencia a los valores recomendados en el Anexo E de la norma 61439-1.

Frecuencia nominal

Valor de frecuencia al cual se hace referencia en las condiciones de funcionamiento. Si los circuitos de un cuadro han sido diseñados para distintos valores de frecuencia, deberá indicarse la frecuencia nominal de cada circuito.

3. Clasificación de los cuadros eléctricos

Los cuadros eléctricos pueden clasificarse en función de diversos criterios: tipología de construcción, diseño externo, condiciones de instalación o función realizada.

3.1 Tipología de construcción

La norma IEC 61439-1 distingue entre cuadros de tipo abierto y de tipo cerrado.

Un cuadro es cerrado cuando

está rodeado por paneles protectores por todos sus lados con el fin de proporcionar un grado de protección contra el contacto directo no inferior a IPXXB. Los cuadros destinados a su instalación en entornos comunes deberán ser del tipo cerrado.

Un cuadro de tipo abierto, con o sin cubierta frontal, es en el que las piezas con tensión del equipo eléctrico son accesibles. Estos cuadros solamente pueden ser utilizados en lugares donde sean accesibles para personal cualificado.

3.2 Diseño externo

Desde el punto de vista del diseño externo, los cuadros se dividen en tipo armario, pupitre, caja y multicaja.

Los tipo armario (columna) se utilizan para grandes equipos de distribución y control; los cuadros multiarmario, formados por varios armarios unidos mecánicamente, se forman combinando varios cuadros de tipo armario adyacentes.

Los tipo pupitre se utilizan para controlar máquinas o instalaciones complejas en la industria mecánica, siderometalúrgica o química.

Los tipo caja, destinados a su instalación en un plano vertical (pared), sea sobresaliendo o empotrado; utilizan principalmente para la distribución en departa-

mentos o áreas en entornos industriales o del sector servicios.

Los tipo multicaja son una combinación de cajas, generalmente del tipo protegido y con bridas de sujeción, cada una de las cuales alberga una unidad funcional que puede ser un interruptor automático, un arrancador o un conector acompañado de un interruptor automático de bloqueo o protección. De este modo se crea una serie de compartimentos, unidos mecánicamente entre sí con o sin una estructura de soporte común; las conexiones eléctricas entre dos cajas contiguas se realizan a través de aberturas en las caras adyacentes.

3.3 Condiciones de instalación

En función de las condiciones de instalación, los cuadros pueden dividirse en:

- Cuadro para instalación en interior
- Cuadro para instalación en exterior
- Cuadro fijo
- Cuadro móvil

3.4 Clasificación funcional

Dependiendo de las funciones a las cuales están destinados, pueden clasificarse en los siguientes tipos.

Los cuadros primarios de distribución, también denominados cuadros de potencia (*power centers, PC*), normalmente se encuentran en el lado de carga de los transformado-

res MT/BT o de los generadores. Estos cuadros incluyen una o más unidades de entrada, interruptores de acoplamiento de barras y un número relativamente reducido de unidades de salida.

Los cuadros secundarios de distribución incluyen una amplia categoría de cuadros destinados a la distribución de la energía, y normalmente están equipados con una unidad de entrada y varias unidades de salida.

Los cuadros de control de motores están destinados al control y protección centralizada de motores. Por esta razón incluyen el equipo coordinado de maniobra y protección relevante, así como equipos de control auxiliar y señalización. También se denominan centros de control de motores (*motor control center, MCC*).

Los cuadros de control, medición y protección están compuestos normalmente por pupitres que contienen principalmente equipos para el control, maniobra y medición de instalaciones y procesos industriales.

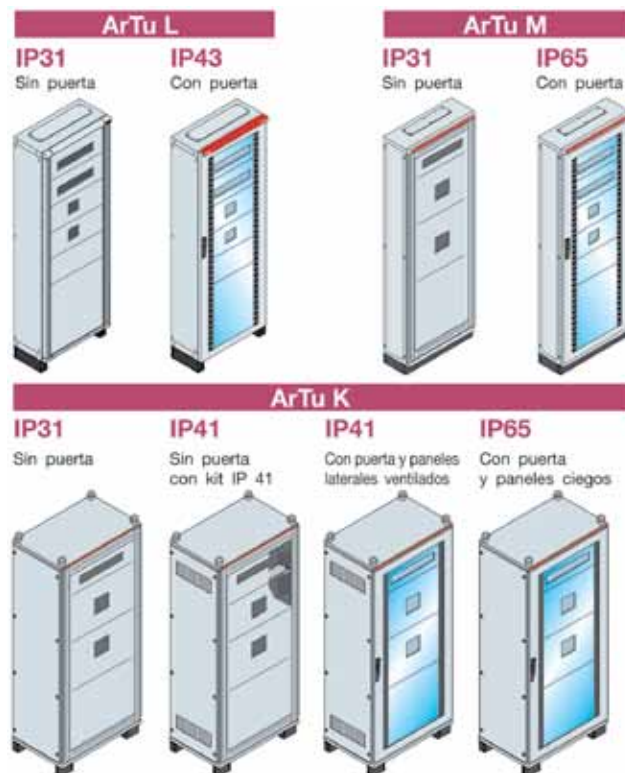
Los cuadros integrados, también denominados cuadros de automatización, se asemejan a los

anteriores desde el punto de vista funcional; están destinados a actuar como interfaz entre la fuente de alimentación y el operador. La serie de normas IEC 60204 establece otros requisitos para cuadros que forman parte integral de la máquina.

Los cuadros para obras tienen distintos tamaños, desde unidades sencillas con una toma hasta cuadros de distribución en envolvente metálica o en material aislante. Estos cuadros normalmente son móviles o transportables.

4. Grado de protección IP del cuadro

El código IP indica el grado de protección proporcionado por la envolvente contra el acceso a par-





tes peligrosas, contra la introducción de objetos sólidos extraños y contra la entrada de agua.

4.1 Grado de protección IP de los cuadros ArTu

En lo que se refiere a los cuadros, a menos que el fabricante especifique lo contrario, el grado de protección es válido para todo el cuadro, montado e instalado según su uso habitual (con puerta cerrada).

Además, el fabricante puede indicar los grados de protección relativos a configuraciones particulares que puedan presentarse durante el ejercicio como, por ejemplo, el grado de protección con las puertas abiertas y con dispositivos desmontados o extraídos.

Para los cuadros destinados a instalación en interior, en entornos sin riesgo de entrada de agua, la norma requiere, como mínimo, los siguientes grados de protección: IP 00, IP 2X, IP 3X, IP 4X, IP 5X, IP 6X.

Para cuadros cerrados, el grado de protección IP deberá ser $\geq 2X$ después de la instalación, conforme a las instrucciones proporcionadas por el fabricante del cuadro. El grado IP en la parte frontal y la parte posterior deberá ser, como mínimo, igual a IP XXB. En lo relativo a los cuadros destinados a instalación en exterior y sin protección adicional, la segun-

da cifra del código IP deberá ser, como mínimo, igual a 3.

4.2 Grado de protección IP y entorno de instalación

Actualmente no existe ninguna norma que relacione el grado de protección IP con el entorno de instalación de los cuadros, excepto en el caso de entornos especiales con riesgo de explosión (CEI 64-2).

4.3 Grado de protección IP y sobretemperatura

El grado de protección de un cuadro influye en su capacidad para disipar el calor: cuanto mayor sea el grado de protección, menos calor disipa el cuadro. Por esta razón es aconsejable utilizar un grado de protección adecuado para el entorno de instalación.

Al utilizar, por ejemplo, un cuadro del tipo ArTu K con puerta y paneles laterales ventilados, se obtiene un grado de protección equivalente a IP 41, mientras que si se emplean paneles laterales ciegos, el grado es IP 65.

Ambos cuadros garantizan el acceso a los interruptores automáticos mediante la puerta frontal, pero el cuadro con paneles laterales ventilados dispone de mejor ventilación que el cuadro con paneles laterales ciegos. Por

lo tanto, es preferible utilizar el primero si el entorno de instalación lo permite.

4.4 Grado de protección IP de las partes desmontables

Es posible extraer partes móviles de un cuadro instalado en dos casos diferentes:

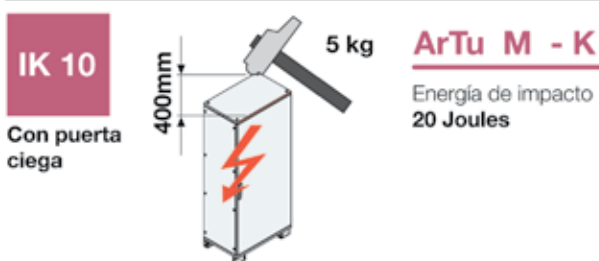
- La extracción de una parte desmontable de un componente para su reparación, control o mantenimiento.
- La extracción de una parte fija, como bridas, paneles, cubiertas o zócalos, para realizar trabajos eléctricos.

En el primer caso deberá mantenerse el mismo grado IP que antes de la extracción. Si el grado IP fuera mayor, la parte extraída se encontraría en el interior de la envolvente, por lo que, una vez cerrada de nuevo, recuperaría ese grado.

En el caso de los trabajos eléctricos, si no se mantuviera el grado de protección original tras la extracción de una parte fija mediante una herramienta, se deben adoptar las medidas adecuadas -como se especifica en EN 50110-1 y en las normas nacionales correspondientes.

5. Grado de protección IK de las envolventes

El grado IK indica el nivel de



protección que proporciona la envolvente al equipo contra daños causados por impactos mecánicos, y se verifica mediante métodos de prueba normalizados.

El código IK es el sistema de códigos empleado para indicar el grado de protección garantizado contra el daño causado por impactos mecánicos conforme a los requisitos de la norma IEC 62262 de 2002.

El grado de protección de la envolvente contra los impactos se indica por medio del código IK.

Cada grupo numérico característico representa un valor de

energía de impacto.

En el caso de que ciertas partes de la envolvente cuenten con diferentes grados de diferentes grados de protección, éstos deben indicarse de forma separada.

En lo que se refiere a los cuadros ArTu, el grado de protección IK es válido para todo el cuadro, montado e instalado según su uso habitual (con puerta cerrada).

6. Formas de segregación interna

La forma de segregación es el tipo de subdivisión prevista en el interior del cuadro.

La segregación mediante barreras o tabiques (metálicos o aislantes) está destinada a garantizar la protección contra los contactos directos (al menos IP XXB), en caso de acceso a una parte del cuadro sin tensión, respecto al resto del cuadro en tensión; reducir la probabilidad de formación y propagación de un arco interno, e impedir el paso de cuerpos sólidos de una parte a otra del cuadro (grado de protección mínimo IP 2X).

Un tabique es un elemento de separación entre dos celdas, mientras que la barrera protege al operador de los contactos directos y de los efectos del arco de los aparatos de interrupción en la dirección habitual de acceso.

Empleando un kit adecuado, los cuadros ABB del tipo ArTu K pueden disponer de las siguientes formas de segregación:

- Sin segregación interna
- Terminales sin separar del embarrado
- Terminales separados del embarrado
- Terminales y sus unidades funcionales asociadas en distinto compartimiento

Bibliografía

Cuaderno de aplicaciones técnicas nº 9 ABB: Guía para la construcción de un cuadro eléctrico de baja tensión conforme a las normas IEC 61439, Parte 1 y Parte 2.