

TABLEROS A NORMA

TAN



IEC-61439

- CERTIFICA LA **SEGURIDAD**
- MEJORA EL **RENDIMIENTO ELÉCTRICO**
- APORTA A LA **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**



www.legrand.cl

Especialistas Mundiales
en infraestructuras eléctricas y
numéricas para armarios

 **legrand**[®]

INTRODUCCIÓN



ÍNDICE

3-5

Introducción

Introducción	3
Los aportes de TAN	4
Consideraciones y aspectos normativos	5

06-18

Normas

IEC -61439	6
Los test normativos	7
La respuesta de los test, certificación y documentación	9
Los ensayos en detalle	10
Lista de operaciones realizadas	13
Los certificados	14
Parametros nominales	15
Propiedades dieléctricas del cuadro	16

19-28

Límites de sobretemperatura

Límites de sobretemperatura	19
El corto-circuito	22
La sobrecarga	28

29-31

Consideraciones

Consideraciones en el diseño de tableros eléctricos	29
Consideraciones ambientales	30
Índices de protección	31

32-38

Formas de separación

XL ³ formas de separación interna	32
El propósito de las formas de separación	33
Estándares de las formas de separación	34
Formas de separación	35
La seguridad garantizada por la certificación	36
XL ³ la gama que se adapta a los cambios	38

Un tablero eléctrico es un conjunto de varios dispositivos de protección y maniobra agrupados en una o más envolventes que dan soporte y protección mecánica a los dispositivos eléctricos.

Este sistema debe ser montado de una manera que cumpla los requisitos de seguridad y realice de forma óptima las funciones para las cuales ha sido diseñado. Como sistema debe ser considerado como un componente estándar de la instalación al igual que una luminaria, un motor, una toma de corriente o una protección termomagnética.

El avance de la tecnología y la evolución en los conceptos de gestión han desencadenado que hoy los equipos de mantención tengan nuevas solicitudes y exigencias para los tableros eléctricos. Entre otras, los tableros eléctricos deben poder comunicarse con plataformas de control centralizado, deben operar bajo distintas tensiones, proteger cargas con una fuerte componente armónica, deben otorgar continuidad de servicio, seguimiento de la degradación de sus componentes, aumento de la seguridad para permitir el trabajo con tensión, entre otras exigencias.

TAN, "Tableros a Norma" es la solución que el Grupo Legrand entrega a sus clientes para satisfacer estas nuevas exigencias y requisitos para los tableros eléctricos.

A través de **TAN**, Legrand prueba, ensaya y certifica (bajo IEC 61439) sus tableros, diseñados para responder a nuevas solicitudes normativas, de seguridad y gestión.

TAN es:

- Diseño que cubre los requisitos de la Norma IEC 61439, de seguridad y rendimiento.
- Fabricación estandarizada con productos y sistemas del Grupo Legrand.
- Servicio de puesta en marcha (tableros funcionando).
- Capacitación de las propiedades específicas del tablero fabricado.
- Diagnóstico preventivo.
- Archivo documental que permite la trazabilidad de cada tablero en específico.

LOS APORTES DE TAN

CERTIFICAR LA CONFIANZA

Para cada fabricación de un tablero a norma (TAN), basado en un diseño estandarizado y probado bajo norma IEC-61439, Legrand emite un certificado de conformidad y un sello que asegura el cumplimiento de los ensayos establecidos por la norma. A esto se suma la asistencia en la puesta en servicio del tablero, una capacitación que permita al usuario final conocer las propiedades y habilidades que tiene su nuevo tablero eléctrico, y luego de 6 meses de la puesta en operación, un diagnóstico para medir el rendimiento del tablero.

SEGURIDAD

UN APORTE A LA SEGURIDAD DE SU INSTALACIÓN

El tablero a norma está diseñado, construido y ensayado para garantizar la mínima probabilidad de ocurrencia de fallas internas, así como para asegurar la protección de las personas y los equipos instalados.

- Los arcos eléctricos: Las separaciones internas permiten evitar la propagación de estos, así como la protección de los equipos y las personas presentes alrededor del lugar de ocurrencia de la falla.
- Los cortocircuitos y sobre-calentamientos (debidos al ingreso de elementos externos al tablero, sólidos o líquidos): El grado de protección IP certificado permite asegurar la estanqueidad del tablero.
- Las perturbaciones electromagnéticas: La compatibilidad electromagnética (CEM) está probada y certificada en fábrica para garantizar la atenuación del campo electromagnético generado por las corrientes que circulan al interior del tablero.
- Los movimientos sísmicos: las pruebas de tipo realizadas en fábrica aseguran la resistencia del tablero a los movimientos y vibraciones típicas de un sismo, lo que permite confiar en la capacidad del tablero de no ser afectado de manera importante en caso de ocurrir un evento sísmico.



LAS FORMAS DE SEPARACIONES INTERNAS

- Separación de las unidades funcionales, barras y bornes de salida (para evitar la propagación de arco).
- Protección contra el contacto con partes energizadas (seguridad del personal de mantenimiento).
- Protección contra el ingreso de elementos externos (seguridad de la instalación y del material).

LAS BUENAS PRÁCTICAS PARA MEJORAR LA SEGURIDAD

- Verificación y marcación del apriete de las conexiones (para evitar sobre-calentamientos en barras y minimizar el riesgo de cables energizados sueltos).
- Verificación de la presencia de los bloqueos necesarios en puntos clave del tablero (por ejemplo: interruptores by-pass, enclavamiento mecánico en transferencia, etc.) o en cualquier otro punto requerido por el proyecto.
- La indicación clara del flujo de energía cuando éste se desvía del estándar en algún punto del tablero.

CONSIDERACIONES Y ASPECTOS NORMATIVOS

La norma establece los requisitos de construcción orientados a un mayor rendimiento, seguridad y gestión del mantenimiento de los tableros eléctricos. Identifica los parámetros nominales, condiciones ambientales de servicio y requisitos mecánico-eléctricos.

Un tablero eléctrico es un componente estándar de la instalación formado por la unión de varios aparatos agrupados en una o más envolventes adyacentes, de esta manera, es posible distinguir las siguientes partes: una envolvente 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 eléctrica. Este sistema debe ser montado de manera que cumpla los requisitos de seguridad y realice de forma óptima las funciones para las cuales se ha diseñado.

Como cualquier componente de una instalación eléctrica, los tableros eléctricos también deben cumplir las normas correspondientes. La norma IEC 61439 es el estándar internacional para estos tableros y se aplican a tableros eléctricos de baja tensión con una tensión nominal máxima de 1000V en corriente alterna o 1500V en corriente continua. En particular, IEC 61439-1 establece normas generales para los tableros eléctricos de baja tensión, mientras que las demás partes especifican las tipologías concretas de estos tableros, que deben ser leídas junto con las normas generales.

IEC 61439

IEC 61439-1
Reglas generales

IEC 61439-2
Conjuntos armados

IEC 61439-3
Tableros de repartición

IEC 61439-4
Tableros de faena

IEC 61439-5
Tableros de distribución

IEC 61439-6
Canalizaciones prefabricadas

IEC 61439-7
Vehículos eléctricos

NUEVA EDICIÓN 2012

OBSERVACIÓN

La conformidad no puede ser establecida sobre la sola base de reglas generales (IEC-61439-1). Los conjuntos armados deben estar conformes a las normas específicas que le son dedicadas; en este caso las Normas IEC-61439-2, IEC-61439-3, IEC-61439-4, IEC-61439-5.

DEFINICIÓN DE CONJUNTO

«Sistema completo de componentes eléctricos y mecánicos (envolvente, juegos de barra, unidades funcionales, etc.) tales que, definidos por el fabricante (Legrand), son destinados a ser armados según sus instrucciones»

Ejemplo: Armario de distribución equipado.

IEC-61439

■ Se definen tres tipos de verificación distintos, pero equivalentes, (verificación de diseño) para la conformidad de un Conjunto:

1. Verificación mediante pruebas en laboratorio (anteriormente denominadas pruebas de tipo)
2. Verificación mediante comparación con un diseño de referencia ensayado.
3. Verificación mediante evaluación, es decir, confirmación de la correcta aplicación de cálculos y reglas de diseño, incluyendo la utilización de márgenes de seguridad adecuados.

Las diferentes características pueden garantizarse empleando cualquiera de estos tres métodos. Mediante uno u otro, indiferentemente, se puede garantizar la conformidad.

Debido a que no siempre es posible elegir uno de los tres métodos, la tabla siguiente (anexo D de la Norma) los tipos de verificación aceptados para cada característica.



CONSTRUCTOR DE ORIGEN

Entidad que realiza la concepción de origen y la verificación asociada de un armario conforme a la presente Norma (IEC-61439-1).

Ejemplo: Legrand

CONSTRUCTOR DEL CONJUNTO

Entidad que realiza el armado y cableado del tablero tomando la responsabilidad del conjunto terminado.
Ejemplos: Tablerista partner de Legrand o Legrand mismo a través de nuestro Taller.

Ejemplo: Legrand

FACTOR NOMINAL DE CONTEMPORANEIDAD (RDF)

El factor de simultaneidad (Rated Diversity Factor), es el valor de la intensidad nominal, asignado por el fabricante del tablero al cual pueden estar cargados de forma continua y simultánea los circuitos de salida de un tablero, teniendo en cuenta las influencias térmicas mutuas.

LOS TEST NORMATIVOS

N°	CARACTERÍSTICAS A VERIFICAR	ARTÍCULOS	OPCIÓN DE VERIFICACIÓN		
			ENSAYOS	COMPARACIÓN	EVALUACIÓN
1	Resistencia de materiales y partes:	10.2	SI	NO	NO
	Resistencia a la corrosión				
	Propiedades de los materiales aislantes:				
	Estabilidad térmica				
	Resistencia al calor y al fuego debido a efectos eléctricos internos				
	Resistencia a la radiación UV				
	Elevación (para transporte)				
Impacto mecánico	NO	NO			
Marcado	NO	NO			
2	Grado de protección IP	10.3	SI	NO	SI
3	Distancia de aislación	10.4	SI	NO	NO
4	Línea de fuga	10.4	SI	NO	NO
5	Protección contra descargas eléctricas e integridad de circuitos de protección:	10.5	SI	NO	NO
	Eficacia en la continuidad entre las partes conductoras expuestas del CONJUNTO y el circuito de protección.				
	Resistencia del circuito de protección frente a un cortocircuito		SI	SI	NO
6	Integración de aparatos de conexión y componentes	10.6	NO	NO	SI
7	Circuitos internos y conexiones	10.7	NO	NO	SI
8	Bornes para conductores externos	10.8	NO	NO	SI
9	Propiedades dieléctricas:	10.9	SI	NO	NO
	Tensión soportada a frecuencia industrial				
	Tensión soportada al impulso		SI	NO	SI
10	Calentamiento	10.10	SI	SI	SI
11	Resistencia a cortocircuitos	10.11	SI	SI	NO
12	Compatibilidad electromagnética	10.12	SI	NO	SI
13	Funcionamiento mecánico	10.13	SI	NO	NO

LOS TEST NORMATIVOS continuación

En resumen, el fabricante de origen deberá:

- Diseñar la gama de Tableros deseada.
- Probar varios prototipos de Conjuntos pertenecientes a esa gama.
- Superar las pruebas de conformidad y requisitos obligatorios de la Norma.
- De las pruebas, derivar otras configuraciones mediante cálculo u otras evaluaciones y/o mediciones.
- Añadir otras configuraciones obtenidas sin pruebas gracias a normas de diseño adecuadas.
- Recopilar la información anteriormente descrita y ponerla a disposición del cliente mediante catálogos, reglas de cálculo, softwares, de modo que pueda construir el nuevo Conjunto, utilizarlo y mantenerlo de la mejor manera posible según los controles de mantenimiento adecuados.

La lista de verificaciones de diseño requerida por la Norma bajo la responsabilidad del fabricante de origen es la siguiente:

Verificación de las características constructivas:

- Resistencia de materiales y partes.
- Grados de protección IP.
- Distancias de aislamiento.
- Protección contra descargas eléctricas e integridad de los circuitos de protección.
- Instalación de dispositivos y componentes de maniobra.
- Circuitos y conexiones eléctricas internas.

La lista de pruebas particulares requeridas por la Norma bajo la responsabilidad del fabricante del Conjunto es la siguiente:

- Grados de protección IP de la envolvente.
- Distancias de aislamiento.
- Protección contra descarga eléctrica e integridad de los circuitos de protección.
- Instalación de dispositivos y componentes de maniobra.
- Circuitos y conexiones eléctricas internas.
- Terminales para conductores externos.
- Funcionamiento mecánico y características relativas al rendimiento.
- Propiedades dieléctricas a 50 Hz
- Tensión soportada a impulsos
- Cableado y rendimiento del Conjunto en servicio.

El hecho de que las verificaciones particulares sean llevadas a cabo por el fabricante del Conjunto no exime al instalador de verificarlos después del transporte e instalación del cuadro.

LA RESPUESTA DE LOS TEST CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

CARACTERÍSTICAS A VERIFICAR	FABRICANTE DE ORIGEN (LEGRAND)	FABRICANTE DEL CONJUNTO (TABLERISTA)
Resistencia de materiales y partes	Certificado LOVAG 10.2	
Grado de protección IP	Certificado LOVAG 10.3	Control visual 11.2
Distancia de aislación	Certificado LOVAG 10.4	Control visual 11.3
Línea de fuga	Certificado LOVAG 10.4	Control visual 11.3
Protección contra descargas eléctricas e integridad de circuitos de protección	Certificado LOVAG 10.5	Control por sondeo 11,4
Integración de aparatos de conexión y componentes	Verifique las pruebas de configuraciones Legrand 10.6	Control visual 11.5
Circuitos internos y conexiones	Verifique las pruebas de configuraciones Legrand 10.7	Control por sondeo 11,6
Bornes para conductores externos	Verifique las pruebas de configuraciones Legrand 10.8	Control visual 11.7
Propiedades dieléctricas	Certificado LOVAG 10.9 (tiempo 5s)	Test de funcionamiento 11.9
Calentamiento	Certificado LOVAG 10.10	
Resistencia a cortocircuitos	Certificado LOVAG 10.11	
Compatibilidad electromagnética	Certificado LOVAG 10.12	
Funcionamiento mecánico	Certificado LOVAG 10.13	Control visual 11.8
Cableado, desempeño y funcionamiento operacional		Realización de la prueba para control visual 11.10

■ Acción suplementaria.

ENSAYOS (3.9.1.1)

Ensayos realizados por Legrand sobre un conjunto armado o sobre las partes para verificar que la concepción satisface las exigencias de la parte de la norma aplicable.

COMPARACIÓN (3.9.1.2)

Comparación estructurada de un tablero armado o partes de éste según un tablero de referencia sometido a ensayos, por parte de Legrand.

ENSAYO (3.9.1.3)

Verificación de reglas de concepción o de cálculos estrictos aplicados sobre una muestra de un conjunto armado o parte de éste para mostrar que la concepción satisface las exigencias aplicables.

LEGRAND ESTÁ COMPROMETIDO CON LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS DE TIPO SOBRE SUS ENVOLVENTES XL³

Los ensayos de tipo definidos por la norma IEC-61439-1 son efectuados de manera oficial por organismos internacionales, neutros, sobre conjuntos representativos con configuraciones habituales de cableado y disposición de equipos. Estos tableros armados representativos son llamados "Conjuntos de Serie".



LOS ENSAYOS EN DETALLE



ENSAYO 1

RESISTENCIA DE MATERIALES Y PARTES

Las capacidades mecánicas, eléctricas y térmicas de los materiales de construcción y de las piezas de ensamblado están aseguradas por las características de construcción y testeo de su desempeño.

ENSAYO 2

VERIFICACIÓN DEL GRADO DE PROTECCIÓN IP

El índice IP define la capacidad de impedir la penetración de cuerpos sólidos (primera cifra) y líquidos (segunda cifra). La letra adicional (A,B,C,D) designa la protección contra el acceso a partes peligrosas.

ENSAYO 3

DISTANCIA DE AISLACIÓN Y LÍNEAS DE FUGA

Las modalidades de medida de líneas de fuga y distancias de aislación son tratadas con precisión en el anexo F de la Norma IEC-61439-1 proveniente de la IEC-60439-1. Las distancias son medidas entre las partes activas de polaridad distinta y entre las partes activas y las masas.

ENSAYO 4

MONTAJE DE APARATOS Y EQUIPOS

Legrand garantiza el respeto de las distancias para las tensiones de aislación de sus aparatos luego de que son instalados con las condiciones prescritas. La experiencia muestra que el riesgo más importante reside en el cableado. La verificación del conexionado de cables, tornillos y pernos se verifica minuciosamente. Los conectores, uniones apernadas, eclisas y soportes inadaptados pueden reducir los valores de aislamiento previstos.

ENSAYO 5

EFICACIA DEL CIRCUITO DE PROTECCIÓN

La continuidad del circuito de protección es un elemento determinante en la seguridad. Ésta es verificada, por una parte, según la norma IEC 61439-1 bajo una corriente de prueba de 25A entre el borne de conexión de los conductores y todas las masas, y por otra parte, según un test adicional Legrand con una corriente de falla mayor que pudiera producirse luego de una desconexión accidental de un conductor.

ENSAYO 6

INTEGRACIÓN DE LOS APARATOS DE CONEXIÓN Y COMPONENTES

Estas son las reglas concernientes a la instalación de aparatos que integran el conjunto, tanto partes fijas como desmontables, pero también de respeto del cableado según las demandas del cliente. Esto comprende también la accesibilidad a los dispositivos de reajuste y todos los elementos de indicación (luces piloto, visualizadores...)

ENSAYO 7

CIRCUITOS INTERNOS Y CONEXIONES

Este ensayo consiste en verificar la conformidad a las exigencias de concepción para los circuitos de potencia y comando. Esto comprende el correcto dimensionamiento de juegos de barra y cables, la puesta a tierra de circuitos de comando, así como también el marcado de colores para los diferentes circuitos.

ENSAYO 8

BORNES PARA CONDUCTORES EXTERNOS

Esta regla asegura que las indicaciones de bornes y la posibilidad de albergar aluminio o cobre sean precisadas para el usuario final. Comprende también la verificación de todos los tipos de borne que pueden ser utilizados para la entrada o salida de cables.

LISTA DE OPERACIONES REALIZADAS



ENSAYO 9

PROPIEDADES DIELECTRICAS

Los ensayos dieléctricos testean el desempeño de la aislación para la tensión máxima de utilización. Éstos son realizados a la frecuencia industrial de 60Hz y bajo la forma de ondas de tensión que simulan el efecto de la descarga de un rayo.

ENSAYO 10

LÍMITES DE CALENTAMIENTO

Prueba de calentamiento de conjuntos armados. Este test verifica el buen funcionamiento de los tableros bajo condiciones máximas de uso (corriente, número de aparatos y equipos, volumen de la envolvente). Permite definir los elementos del balance térmico para un calentamiento promedio del aire dentro del conjunto inferior a 30°C y un calentamiento de bornes inferior a 70°C.

ENSAYO 11

RESISTENCIA A CORTOCIRCUITOS

Los ensayos efectuados garantizan el cumplimiento de las restricciones térmicas y electrodinámicas, la firmeza de los juegos de barra y de sus soportes, los dispositivos de seccionamiento (Vistop/DPX-IS) y de protección (DMX³/DPX/DX) y las envolventes.

ENSAYO 12

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Este ensayo consiste en controlar las perturbaciones electromagnéticas del conjunto en funcionamiento dentro de su entorno, con el objeto de no provocar perturbaciones.

ENSAYO 13

VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO

Siguiendo las prescripciones establecidas en la norma, los ensayos son efectuados sobre las partes y dispositivos que no son objeto de exigencias propias. El buen funcionamiento mecánico está verificado por 50 ciclos de maniobras sobre los cajones extraíbles (DMX³) y las fijaciones de plastrones.

ARTÍCULO INVOLUCRADO	OPERACIÓN	EFFECTUADA	NO APLICABLE
1. INSPECCIÓN VISUAL			
11.10	■ Verificación del cableado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Conformidad según los planos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.5	■ Verificación de equipos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.5	■ Conformidad de equipos especificados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.6	■ Verificación de juegos de barra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.4	■ Verificación de la conexión efectiva de masas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.4	■ Verificación de las medidas relacionadas con la clase II	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Funcionamiento eléctrico (potencia)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Funcionamiento eléctrico (comando)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Verificación de aparatos de medida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Test de dispositivos diferenciales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.8	■ Verificación del funcionamiento mecánico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.8	■ Conformidad de las especificaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.4/11.6	■ Verificación de torques de apriete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Conformidad de dispositivos de maniobra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.2	■ Verificación de la conservación del grado de protección IP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. VERIFICACIÓN DE AISLACIÓN			
11.9	■ Test dieléctrico de tensión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.9	■ Resistencia de aislación bajo 500V. Valor mínimo medido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. VERIFICACIÓN DE LA CONTINUIDAD DEL CIRCUITO DE PROTECCIÓN			
11.4	■ Medidas de continuidad con corriente de operación de 10A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.4	■ Verificación con tester de continuidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. CONTROL FINAL			
11.10	■ Presencia de placa de datos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.10	■ Presencia de documentación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LOS CERTIFICADOS



PARÁMETROS NOMINALES

En Legrand realizamos la construcción de CONJUNTOS conforme a la Norma IEC-61439 y a nuestros procedimientos y estándares internos. En particular, para los ensayos de rigidez dieléctrica y resistencia al impulso descritos en el apartado 9 de la Norma, realizamos estas pruebas con equipamiento especializado en nuestro taller en Chile, para cada CONJUNTO armado.

Para mayor claridad de cómo se realizan estas pruebas, debemos referirnos al apartado 3 de la Norma la cual establece los términos y definiciones utilizados por ésta. De esta manera se definen (entre otros):

CONJUNTO: Combinación de uno o más dispositivos de baja tensión con los materiales asociados de mando, de medición, de señalización, de protección, de regulación con todas sus conexiones internas mecánicas y eléctricas y sus elementos de construcción.

CIRCUITO PRINCIPAL: Corresponde a todas las partes conductoras de un CONJUNTO incluidas en un circuito que está diseñado para transmitir energía eléctrica.

CIRCUITO AUXILIAR: Corresponde a todas las partes conductoras de un CONJUNTO incluidas en un circuito (distinto del circuito principal) que están destinadas para controlar, medir, señalizar, regular y procesar datos, etc.

Por otro lado, el apartado 4 de esta Norma nos entrega una tabla de abreviaturas y nos indica el apartado de la Norma en el cual aparecen por primera vez. El siguiente es un extracto de esta tabla.

Símbolo / Abreviatura	Término
IRC	Índice de resistencia a la formación de caminos conductores
MBT	Muy baja tensión
CEM	Compatibilidad electromagnética
F_n	Frecuencia asignada
I_c	Corriente de corto-circuito
I_{cc}	Corriente asignada de corto-circuito condicional
I_{cp}	Corriente prevista de corto-circuito
I_{cw}	Corriente asignada de corta duración admisible
I_nA	Corriente asignada de un CONJUNTO
I_{nc}	Corriente asignada de un circuito
I_{pk}	Corriente asignada de cresta admisible
N	Conductor neutro
PE	Conductor de protección
PEN	Conductor PEN
RDF	Factor de simultaneidad asignado
SCPD	Dispositivo de protección de los corto-circuitos
SPD	Dispositivo de protección de sobretensiones
U_e	Tensión asignada de funcionamiento
U_i	Tensión asignada de aislamiento
U_{imp}	Tensión asignada soportada al impulso
U_n	Tensión asignada

PROPIEDADES DIELECTRICAS DEL CUADRO

Tensión nominal (Un)

Valor máximo de tensión declarado por el fabricante del Conjunto, en corriente alterna (rms) o corriente continua, a la cual el circuito o circuitos principales está o están diseñados para conectarse. En circuitos trifásicos se considera la tensión entre fases.

Tensión nominal de empleo (Ue)

Tensión nominal del circuito de un Conjunto que, combinada con la corriente nominal del circuito, determina su aplicación. Normalmente en un Conjunto hay un circuito principal y uno o más circuitos auxiliares, cada cual con sus respectivas tensiones nominales. El fabricante deberá indicar los límites de tensión a respetar para el correcto funcionamiento de los circuitos al interior del Conjunto.

Tensión nominal de aislamiento (Ui)

Valor de tensión nominal de aislamiento de un circuito de un Conjunto al que se refieren las tensiones de los ensayos de rigidez dieléctrica y líneas de fuga o distancias de aislamiento. La tensión nominal Un y la tensión de empleo Ue de un circuito no deben superar la tensión nominal de aislamiento.

Tensión nominal soportada a impulsos (Uimp)

Valor máximo de un impulso de tensión que el circuito de un Conjunto puede resistir de manera transitoria. Estos valores de tensión soportada al impulso están dados en la tabla del anexo G de la Norma (ver pág. 17)

La norma establece que cada circuito debe ser capaz de soportar:

- Sobretensiones temporales
- Sobretensiones transitorias

Tensión soportada a frecuencia industrial: Los circuitos de un CONJUNTO deben soportar las tensiones a frecuencia industrial según se muestra en el siguiente extracto de las tablas 8 y 9 de la Norma.

Tensión asignada de aislamiento U_i (entre fases de corriente alterna o corriente continua) V	Tensión de ensayo dieléctrico Corriente alterna Valor eficaz V	Tensión de ensayo dieléctrico Corriente continua V
$U_i \leq 60$	1000	1415
$60 < U_i \leq 300$	1500	2120
$300 < U_i \leq 690$	1890	2670
$690 < U_i \leq 800$	2000	2830
$800 < U_i \leq 1000$	2200	3110
$1000 < U_i < 1500^{[a]}$	-	3820

^[a]Solamente para corriente continua

Tensión soportada a frecuencia industrial para los circuitos principales (tabla 8)

Tensión asignada de aislamiento U_i (entre fases) V	Tensión de ensayo dieléctrico Corriente alterna Valor eficaz V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$60 < U_i$	Véase tabla 8

Tensión soportada a frecuencia industrial para los circuitos auxiliares y de control (tabla 9)

La tensión nominal de aislamiento de cualquier circuito del CONJUNTO debe ser igual o mayor que la máxima tensión de funcionamiento)

Características del ensayo de rigidez dieléctrica: La tensión de ensayo tiene una onda sustancialmente sinusoidal y una frecuencia de entre 45Hz y 65Hz. La Norma establece que el transformador de alta tensión utilizado en este ensayo sea diseñado de manera que cuando los bornes de salida sean cortocircuitados y la corriente de salida sea de al menos 200mA.

El relé de sobrecorriente no debe activarse cuando la corriente sea menor a 100mA.

La tensión se aplica a no menos del 50% de la tensión de ensayo y luego se incrementa progresivamente hasta su valor completo. Esta tensión se mantiene por al menos 1 segundo según lo siguiente:

a) Entre todas las partes activas del circuito principal conectados juntos, incluyendo circuitos auxiliares y de control conectados al circuito principal, y las partes conductoras expuestas, con todos los dispositivos de conexión cerrados.

b) Entre cada parte activa de diferente potencial del circuito principal, y entre estas partes y las partes conductoras expuestas conectadas juntas, con todos los dispositivos de conexión cerrados.

c) Entre cada circuito auxiliar o de control no conectado al principal y
- el circuito principal
- los otros circuitos
- las partes conductoras expuestas

De esta manera, el relé de protección de sobrecorriente no debe operar y no deben existir descargas disruptivas durante los ensayos.

Estos ensayos no necesitan realizarse en los circuitos auxiliares que están protegidos por dispositivos de protección de cortocircuito con características asignadas que no excedan los 16A o si se ha realizado previamente un ensayo eléctrico de funcionamiento a las tensión de empleo para la que están diseñados los circuitos auxiliares (apartado 11.9 de la Norma).

Como alternativa para CONJUNTOS con protección interna asignada hasta 250A la verificación de la resistencia de aislamiento se puede hacer por medida usando un dispositivo de medida de aislamiento a una tensión de al menos 500V en corriente continua. Este ensayo es satisfactorio si dicha resistencia entre circuitos y partes conductoras expuestas es de al menos 1000Ω/V por circuito referidos a la tensión de alimentación con la tierra de estos circuitos.

Tensión soportada al impulso del circuito principal: Las distancias de aislamiento entre las partes activas y las partes conductoras expuestas y entre partes activas de diferente potencial, deben ser capaces de soportar la tensión de ensayo según la siguiente tabla (tabla 10 de la Norma).

Tensión asignada soportada al impulso U_{imp} kV	Tensión de ensayo y altitudes correspondientes durante el ensayo									
	$U_{1,2/50}$, corriente alterna (valor de cresta) y corriente continua kV					Valor eficaz de corriente alterna kV				
	Nivel del mar	200 m	500 m	1000 m	2000 m	Nivel del mar	200 m	500 m	1000 m	2000 m
2,5	2,95	2,8	2,8	2,7	2,5	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8
4,0	4,8	4,8	4,7	4,4	4,0	3,4	3,4	3,3	3,1	2,8
6,0	7,2	7,2	7,0	6,7	6,0	5,1	5,1	5,0	4,7	4,2
8,0	9,8	9,6	9,3	9,0	8,0	6,9	6,8	6,6	6,4	5,7
12,0	14,8	14,5	14,0	13,3	12,0	10,5	10,3	9,9	9,4	8,5

Tensión soportada al impulso

La tensión nominal soportada al impulso para una tensión asignada de empleo está dada por la siguiente tabla (anexo G de la norma)

LÍMITES DE SOBRETENPERATURA

GESTIÓN TÉRMICA DE LOS TABLEROS LEGRAND

Valor máximo de la tensión nominal de empleo a tierra en CA (valor rms) o de CC	Tensión nominal del sistema de alimentación (N tensión nominal de aislamiento del equipo)				Valores preferentes de tensión nominal soportada a impulsos (1,2/50 µs) a 2000 m kV			
	 Valor de CA rms	 Valor de CA rms	 Valor de CA rms o de CC	 Valor de CA rms o de CC	Categoría de sobretensión			
					IV	III	II	I
V					Nivel al origen de instalación (entrada de servicio)	Nivel del circuito de distribución	Nivel de la carga (equipos eléctricos)	Nivel especialmente protegido
50-		-	12,5, 24, 25, 30, 42, 48	-1	,5	0,80	,5	0,33
100	66/115	66	60	-2	,5	1,5	0,80	,5
150	120/208 127/220	115, 120 127	110, 120	220-110, 240-120	42	,5	1,5	0,8
300	220/380 230/400 240/415 260/440 277/480	220, 230 240, 260 277	220	440-220	64		2,5	1,5
600	347/600 380/660 400/690 415/720 480/830	347, 380, 400 415, 440, 480 500, 577, 600	480	960-480	86		42	,5
1000	-	660 690, 720 830, 1000	1000	-1	28		64	

Tensión soportada al impulso de los circuitos auxiliares: Los circuitos auxiliares conectados al circuito principal y empleados a la tensión nominal de empleo, sin ningún medio de reducción de las sobretensiones deben cumplir con los mismos requisitos que el circuito principal.

Los circuitos auxiliares no conectados al circuito principal pueden tener una capacidad de soportar sobretensiones diferentes. Las distancias de aislamiento de dichos circuitos deben ser capaces de soportar la tensión de impulso correspondiente según la tabla anterior.

Características del ensayo de resistencia al impulso: El generador de impulsos se ajusta a la tensión requerida según la tabla anterior, con el CONJUNTO conectado. Los circuitos auxiliares que no se conectan al circuito principal deben conectarse a tierra. La tensión de impulso de 1,2/50µs (1,2µ en alcanzar el peak, 50µs en disminuir éste a la mitad) debe aplicarse al CONJUNTO cinco veces para cada polaridad a intervalos de al menos 1s según como sigue:

- a) Entre todas las partes activas del circuito principal conectados juntos, incluyendo circuitos auxiliares y de control conectados al circuito principal, y las partes conductoras expuestas, con todos los dispositivos de conexión cerrados.
- b) Entre cada parte activa de diferente potencial del circuito principal, y entre estas partes y las partes conductoras expuestas conectadas juntas, con todos

los dispositivos de conexión cerrados.
c) Entre cada circuito auxiliar o de control no conectado al principal y
- el circuito principal
- los otros circuitos
- las partes conductoras expuestas

No deben existir descargas disruptivas durante los ensayos

En caso de tratarse de circuitos de corriente continua, se desarrollan los ensayos establecidos por el punto 10.9.3.4 de esta Norma.

Aparte de las especificaciones y exigencias de estas pruebas, la Norma IEC-61439 establece numerosas otras condiciones, como por ejemplo las condiciones establecidas en el apartado 7 relacionadas con las condiciones de empleo de un CONJUNTO (temperatura, humedad, contaminación, altitud, y condiciones especiales de empleo) o los requisitos constructivos y de funcionamiento establecidos en los apartados 8 y 9 respectivamente.

Legrand se complace en informarle que los CONJUNTOS construidos con la gama de tableros y armarios XL3, y testeados en nuestro taller, satisfacen las exigencias de la Norma IEC-61439.

DETERMINACION DE LA POTENCIA DISIPADA POR LOS APARATOS Y EL CABLEADO INSTALADOS EN LAS ENVOLVENTES

Al igual que con la potencia disipable, se puede realizar una aproximación más precisa de la potencia real disipada siguiendo el método descrito a continuación. La potencia efectivamente disipada (en W) puede definirse mediante la siguiente fórmula:

$$P = (PA + PC) \times U \times M \times S \times C \times E$$

1 Total de potencias disipadas por cada uno de los aparatos bajo su corriente nominal (PA)

Podemos consultar los cuadros y la documentación de los fabricantes de los aparatos que indican los valores tipo que deben tenerse en cuenta.

NOTA: En las envolventes de distribución, la potencia generada está ligada sobre todo a los interruptores automáticos, frecuentemente numerosos, y al cableado, especialmente si su sección es considerable. En los armarios de control y de automatismos, los elementos que generan más calor son los variadores de velocidad, las alimentaciones y los contactores.

La potencia disipada por el cableado es generalmente débil.

2 Potencia disipada por el cableado

- Conductores y cables

La potencia puede determinarse utilizando la norma internacional CEI 60890 (Enmienda1: 1995), o más sencillamente considerando la intensidad nominal que recorre cada conductor, su longitud y su sección, y aplicando para cada uno de ellos la siguiente fórmula:

$$P = RI^2 \text{ med}$$

Resistencia típica en función de las secciones de los conductores

Almas de cobre flexibles

S (mm²)	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
R%/km	36,1	24	18	12,3	7,4	4,58	3,05	1,77	1,12	0,72	0,51

Almas de cobre rígidas cableadas

S (mm²)	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
R%/km	0,36	0,25	0,18	0,14	0,11	0,09	0,07	0,055	0,043	0,033	0,026

Almas de aluminio rígidas cableadas

S (mm²)	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
R%/km	0,8	0,59	0,44	0,3	0,23	0,19	0,15	0,115	0,092	0,072	0,056	0,043

NOTA: Con miras a una simplificación, los valores de resistencia lineal de los conductores se han reducido voluntariamente a los tipos de conductores utilizados con más frecuencia. Se ha considerado el valor de la resistencia para una temperatura del alma de 40° C. La influencia de ligeras variaciones del tipo de conductor o de la temperatura es admisible para el cálculo de la potencia. El factor intensidad es el que efectivamente predomina, pero también el más complicado de conocer con exactitud. Deberán consultarse los cuadros que indican la potencia disipada de los diferentes conductores con su corriente de utilización nominal.

3 Factor de utilización (U)

Es la relación entre potencia consumida real y la potencia nominal en la cabecera de la instalación.

Tomar un valor de 0,8 (correspondiente a 0,9 In) para los tableros con intensidad en cabeza ≤ 400 A, y 0,65 (correspondiente a 0,8 In) para los de intensidad superior. Estos coeficientes se aplican a los valores de potencia.

4 Factor de marcha (M)

Relación entre el tiempo de funcionamiento del equipo y el tiempo de parada. En la industria, varía de 0,3 a 1.

Tomar 1 si el tiempo de funcionamiento es superior a 30 minutos y para todas las aplicaciones de distribución (calefacción e iluminación).

5 Factor de simultaneidad (S)

Relación entre la carga de los circuitos de salida (divisionarios), en funcionamiento simultáneo, y la carga máxima de la totalidad de los circuitos de salida. Designa lo que, comúnmente, recibe el nombre de «expansión».

Tomar:

S = 1 para 1 circuito (es decir, 100% de intensidad)

S = 0,8 para 2 ó 3 circuitos (es decir, 90% de intensidad)

S = 0,7 para 4 ó 5 circuitos (es decir, 83% de intensidad)

S = 0,55 para 6 a 9 circuitos (es decir, 75% de intensidad)

S = 0,4 para 10 circuitos o más (es decir, 63% de intensidad).

Este coeficiente tiene en cuenta, por una parte, el número de circuitos en funcionamiento, y por otra, su carga real. Deberá determinarse y modularse, si fuese necesario, para cada grupo principal de circuitos (grupo de circuitos de alumbrado, de circuitos de tomas, salidas de motores, climatización...).

NOTA: Este factor de simultaneidad no debe confundirse con el factor asignado de diversidad, definido en la norma internacional EN 60439-1, relativo a la relación entre la suma de intensidades reales de los circuitos primarios y la intensidad máxima teórica. Se define mediante la realización de ensayos y se aplica a los valores de corriente.

6 Factor de conmutación (C)

Coeficiente que contempla el número de ciclos o de conmutaciones (corrientes de llamada - automatismos rápidos).

Tomar:

C = 1,2 en caso de ciclos rápidos

C = 1 en

7 Factor de ampliación previsible (E)

Se considera según los casos. Si no hay nada determinado, puede tomarse un valor de 1,2.

Valores límites de calentamiento (extraídos del cuadro 3 de EN 60439-1)

Partes del conjunto	Calentamiento (K o °C) admisible
Componentes, aparatos, s/conjuntos, alimentaciones...	Conforme a sus propias prescripciones (norma de productos), teniendo en cuenta la temperatura ambiente en el conjunto ⁽¹⁾
Bornas para conductores exteriores	70 ⁽²⁾
Juego de barras, contactos en juegos en barra, reparto	Según el material en contacto o cercano (las corrientes nominales de los juegos de barras Legrand se indican en función de los distintos casos de utilización ⁽³⁾)
Elementos de mando	Metálicos: 15 ⁽⁴⁾ De material aislante: 25
Envoltorios y paneles exteriores accesibles	Metálicos: 30 ⁽⁴⁾ De material aislante: 40

[1] Por regla general, es deseable una temperatura máxima de 40 °C. Por lo tanto, para determinar la potencia disipable, se puede considerar un calentamiento medio de 25 a 30 °C. Por encima de dicha temperatura, puede ser necesario desclasificar las intensidades admisibles de los aparatos, enfriar el ambiente con un sistema apropiado, o, más sencillo aún, escoger una envoltura más grande.

[2] El calentamiento de los bornes de conexión y de los bloques de conexión Legrand no sobrepasa los 65 °C.

[3] Las corrientes de los sistemas de juego de barras y de reparto Legrand vienen determinadas para un calentamiento máximo de 65 °C.

[4] Si las partes en cuestión no se tocan frecuentemente en servicio normal, pueden aumentarse los valores citados (+10 °C).

Potencias disipadas por los conductores sometidos a sus corrientes de utilización habituales

Conductores de cobre

S (mm ²)	0,5	0,75	1	1,5	2,5	2,5	4	6	10	16	25	25
I (A)	2	4	6	10	16	20	25	32	40	63	80	100
P (W/m)	0,15	0,4	0,6	1,2	1,9	3	2,9	3,1	2,8	4,4	4,6	7,2

S (mm ²)	35	35	50	70	95	95	120	150	185	240	2x185	2x240
I (A)	100	125	125	160	160	200	250	250	315	400	630	800
P (W/m)	5,1	8	5,6	6,4	4,6	7,2	8,7	6,9	8,9	11,2	17,8	22,4

Conductores de aluminio

S (mm ²)	35	35	50	70	70	95	120	150	185	240	240	300
I (A)	63	80	80	100	125	160	160	200	250	250	315	400
P (W/m)	3,2	5,1	3,6	5,9	6,8	7,7	5,9	7,6	9,3	7,2	11,4	14,7

Para el cálculo de líneas o de cables monofásicos, el valor de potencia deberá multiplicarse por 2, y por 3 en líneas trifásicas

Potencias disipadas por los conductores sometidos a sus corrientes de utilización habituales

Juegos de barras y conexiones

Referencia	373 88	373 89	374 33	374 34	374 38	374 18	374 19	374 40	374 41
Dimensiones	12 x 2	12 x 4	15 x 4	18 x 4	25 x 4	25 x 5	32 x 5	50 x 5	63 x 5
I (IP > 30)	80	125	160	200	250	270	400	600	700
P (W/m)	8,1	7,4	9,6	12,5	14,4	13,1	22,8	33	35,7
I (IP † 30)	110	185	205	245	280	330	450	700	800
P (W/m)	11,3	12,8	15,8	18,8	17,7	19,6	28,9	45	46,7

Referencia	374 59	374 43	374 46	374 40	374 41	374 59	374 43	374 46
Dimensiones	75 x 5	80 x 5	100 x 5	2x50x5	2x63x5	2x75x5	2x80x5	2x100x5
I (IP > 30)	850	900	1050	1000	1150	1300	1450	1600
P (W/m)	45,3	47	53,5	47,4	50,6	57,7	65,7	66,3
I (IP † 30)	950	1000	1200	1150	1350	1500	1650	1900
P (W/m)	54,8	59	70	62,7	69,8	74,4	85	93,4

Barras flexibles

Referencia	374 10	374 16	374 11	374 17	374 12	374 44	374 57	374 58
Dimensiones	13 x 3	20 x 4	24 x 4	24 x 5	32 x 5	40 x 5	50 x 5	50 x 10
I (IP > 30)	160	250	250	320	400	500	630	800
P (W/m)	14,4	14,2	14,2	18,4	23	28,5	36,8	40,2
Ie (IP † 30)	200	350	400	470	630	700	850	1200
P (W/m)	22,5	35	36	40	43	56	67	77

Definiciones de las corrientes según la norma internacional EN 60947-1 con respecto a las condiciones normales de utilización para calentamientos de barras que no sobrepasen los 65 °C:

Ie: corriente de utilización asignada que debe considerarse en armarios de ventilación natural o en cuadros abiertos con índice de protección IP E 30 (armarios XL 400/600).

Ithe: corriente térmica convencional bajo envoltorio correspondiente a las condiciones de instalación más desfavorables. La envoltorio no permite una renovación natural del aire. El índice de protección IP es superior a 30 (cajas XL 100, XL 135, XL 195)

Las potencias en W/m vienen dadas para un polo. En corriente trifásica, deben multiplicarse por 3.



**A título orientativo, se puede aplicar la siguiente fórmula empírica para los juegos de barras trifásicos:
Potencia disipada = 0,15 W/A para una longitud de 1m.**

EL CORTO-CIRCUITO

Para prevenir los riesgos de las corrientes de cortocircuito, todo dispositivo de protección debe respetar las dos siguientes reglas:

1. El poder de corte del aparato debe ser al menos igual a la corriente máxima de cortocircuito que se supone en el punto de instalación.
2. El tiempo de corte, para un cortocircuito que se produzca en cualquier punto de la instalación, no debe ser superior al tiempo que hace aumentar la temperatura de los conductores hasta su valor máximo admisible.

Conforme a estas reglas, es necesario determinar, para cada circuito, la corriente máxima de cortocircuito en su origen, así como la corriente mínima de cortocircuito en su extremo.

La corriente máxima de cortocircuito en el origen del circuito se utiliza:

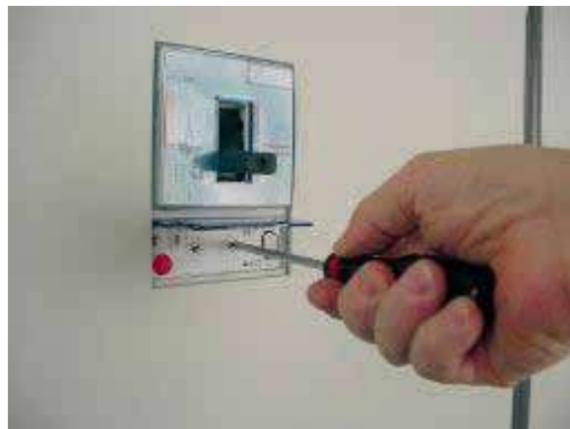
- para determinar el poder de corte necesario de los aparatos de protección

- para garantizar la protección de los conductores contra las limitaciones térmicas.

La corriente mínima de cortocircuito en el extremo del circuito se utiliza:

- para comprobar las condiciones de corte para la regulación magnética de los automáticos

- para garantizar la protección de los conductores contra las limitaciones térmicas en caso de protección con fusibles.



Regulación magnética de un DPX

1 Capacidad de corte

El poder o capacidad de corte de un automático de protección debe ser al menos igual a la corriente máxima de cortocircuito que se presume puede producirse en el punto en que se halla instalado el aparato:

$$PdC \geq I_{cc \text{ maxi}}$$

La corriente máxima de cortocircuito que se supone debe tenerse en cuenta es:

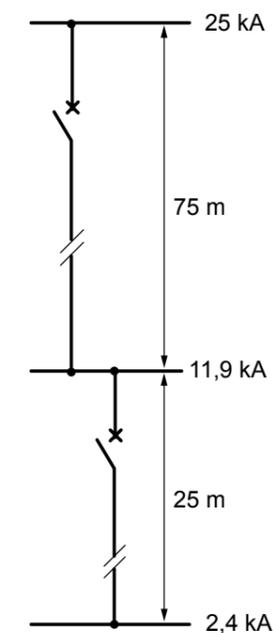
- la corriente de cortocircuito trifásica simétrica I_{cc3} para los circuitos trifásicos (3 fases o 3 fases + neutro)
- la corriente de cortocircuito bifásica I_{cc2} para los circuitos bifásicos (fase / fase)
- la corriente de cortocircuito monofásica I_{cc1} para los circuitos monofásicos (fase/ neutro): Véase el capítulo II.A.5 para la evaluación de los valores de I_{cc} .

2 Metodo de composición

Este método es una aproximación simplificada. Conociendo la corriente del cortocircuito trifásico en el origen de la instalación (véase el párrafo anterior), permite evaluar la corriente de cortocircuito presumible I_{cc3} en el extremo de una canalización de longitud y sección dadas. Este método se aplica a instalaciones cuya potencia no sobrepasa los 800 kVA.

La corriente máxima de cortocircuito en cualquier punto de la instalación se determina mediante el cuadro de la página siguiente, partiendo:

- del valor de cortocircuito presumible en el interruptor principal de la instalación
- de la longitud de la línea
- de la naturaleza y sección de los conductores.



Datos:

1ª parte:

- I_{cc} origen: 25 kA
- cable de cobre: 120 mm²
- longitud: 75 m (73 m)
- I_{cc} posterior: 11,9 kA

2ª parte:

- I_{cc} origen: 11,9 kA, redondeando a 15 kA
- cable de cobre: 6 mm²
- longitud: 25 m (22 m)
- I_{cc} posterior: 2,4 kA

• Cálculo de I_d

$$R_c = \rho_1 \times 10^{-3} \times L \left(\frac{1}{n_f \times S_f} + \frac{1}{n_{PE} \times S_{PE}} \right) = 0,02314 \times 10^{-3} \times 5 \left(\frac{1}{2 \times 185} + \frac{1}{95} \right) = 1,53 \text{ m}\Omega$$

$$X_c = \lambda \times L \left(\frac{1}{n_f} + \frac{1}{n_{PE}} \right) = 0,08 \times 5 \left(\frac{1}{2} + 1 \right) = 0,600 \text{ m}\Omega$$

$R_c = 1,531 \text{ m}\Omega$	$X_c = 0,600 \text{ m}\Omega$	$\Sigma R = 5,038 \text{ m}\Omega$	$\Sigma X = 11,591 \text{ m}\Omega$
-------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

$$I_d = \frac{0,95 \times 1,05 \times 231}{\sqrt{5,038^2 + 11,191^2}} = 18,23 \text{ kA}$$

$I_{cc3} = 21,57 \text{ kA}$

$I_d = 18,23 \text{ kA}$

Elección y ajustes del automático D1

- Calibre (I_n)
Debería ser igual al menos a I_B . Entre las soluciones ofrecidas, tomaremos un DPX 1600 de calibre 1600 A para permitir una evolución posterior de la instalación.
- Poder de corte
 $PdC \geq I_{cc3} \Rightarrow PdC \geq 21,57 \text{ kA}$. El poder de corte del DPX 1600 es de 50 kA.
- Número de polos
3P
- Regulación del térmico (I_r)
 $I_B \leq I_r < I_z \Rightarrow 866 \leq I_r < 1054 \text{ A}$.
La regulación por lo tanto deberá estar entre $\frac{866}{1600} = 0,54$ y $\frac{1054}{1600} = 0,64$. Tomaremos $I_r 0,6 \times I_n$ es decir $I_r = 960 \text{ A}$
- Regulación del magnético (I_m)
 $I_m \leq \frac{I_d}{1,2}$
 I_d : la falla más pequeña en el extremo de la línea (nivel del juego de barras)
1,2: considerando una tolerancia del 20% sobre la curva de activación
 $I_m \leq \frac{18230}{1,2} \Rightarrow I_m \leq 15191 \text{ A}$.
La regulación máxima posible es: $I_m = 10 \times I_r = 9600 \text{ A}$.

Juego de barras

Por regla general, las impedancias de los juegos de barras son despreciables

$I_{cc3} = 21,57 \text{ kA}$

Elección y ajustes del automático D2

- Calibre (I_n)
Debería ser igual al menos a I_B . Escogeremos un DPX 250 de calibre 250 A.
- Poder de corte
 $PdC \geq I_{cc3} \Rightarrow PdC \geq 21,57 \text{ kA}$. El poder de corte del DPX 250 es de 36 kA.
- Número de polos
3P
- Regulación del térmico (I_r)
 $I_B \leq I_r < I_z \Rightarrow 250 \leq I_r < 269 \text{ A}$. La regulación máxima es: $I_r = 1 \times I_n = 250 \text{ A}$.
- Regulación del magnético (I_m)
 $I_m \leq \frac{I_d}{1,2} \Rightarrow I_m \leq \frac{4390}{1,2} \Rightarrow I_m \leq 3658 \text{ A}$.
La regulación es: $I_m = 10 \times I_n = 2500 \text{ A}$.

Cobre/PR

$S_{Ph} = 2 \times 70 \text{ mm}^2$

$S_N = 2 \times 35 \text{ mm}^2$

$S_{PE} = 1 \times 35 \text{ mm}^2$

$I_B = 250 \text{ A}$

$I_z = 269 \text{ A}$

$L = 50 \text{ m}$

$\cos\phi = 0,85$

$I_{cc3} = 11,18 \text{ kA}$

$I_d = 4,39 \text{ kA}$

Cable de llegada

• Cálculo de I_{cc3} (este valor es el que servirá para determinar el PdC del automático D3)

$$R_c = \rho_1 \times 10^{-3} \times \frac{L}{n_f \times S_f} = 0,01851 \times 10^{-3} \times \frac{50}{1 \times 70} = 13,221 \text{ m}\Omega$$

$$X_c = \lambda \times \frac{L}{n_f} = 0,08 \times \frac{50}{1} = 4 \text{ m}\Omega$$

$R_c = 13,221 \text{ m}\Omega$	$X_c = 4 \text{ m}\Omega$	$\Sigma R = 16,979 \text{ m}\Omega$	$\Sigma X = 15,191 \text{ m}\Omega$
--------------------------------	---------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

$$\Rightarrow I_{cc3} = \frac{1,05 \times 1,05 \times 231}{\sqrt{16,979^2 + 15,191^2}} = 11,18 \text{ kA}$$

• Cálculo de I_d

$$R_c = \rho_1 \times 10^{-3} \times L \left(\frac{1}{n_f \times S_f} + \frac{1}{n_{PE} \times S_{PE}} \right) = 0,02314 \times 10^{-3} \times 50 \left(\frac{1}{70} + \frac{1}{35} \right) = 49,586 \text{ m}\Omega$$

$$X_c = \lambda \times L \left(\frac{1}{n_f} + \frac{1}{n_{PE}} \right) = 0,08 \times 50 \left(1 + 1 \right) = 8 \text{ m}\Omega$$

$R_c = 49,586 \text{ m}\Omega$	$X_c = 8 \text{ m}\Omega$	$\Sigma R = 54,623 \text{ m}\Omega$	$\Sigma X = 19,591 \text{ m}\Omega$
--------------------------------	---------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

$$\Rightarrow I_d = \frac{0,95 \times 1,05 \times 231}{\sqrt{54,623^2 + 19,591^2}} = 4,39 \text{ kA}$$

LA SOBRECARGA

El paso de la corriente por un conductor genera un calentamiento proporcional al cuadrado de esta corriente (efecto Joule).

En base de este axioma, es necesario determinar la corriente admisible I_z aceptable del conductor según, su naturaleza y de su condición de instalación. Una condición previa que entonces permitirá elegir una protección adaptada contra las sobrecargas.

Regla básica

El cálculo de conductores según la premisa que se encuentren debidamente protegidos frente a la falla de sobrecarga, establece la sección o calibre del mismo. La corriente de servicio de los equipos conectados (I_s), no debe sobrepasar la corriente nominal del aparato de protección (I_n) cuyo valor, a su vez, no debe sobrepasar la corriente admisible del conductor (I_z).

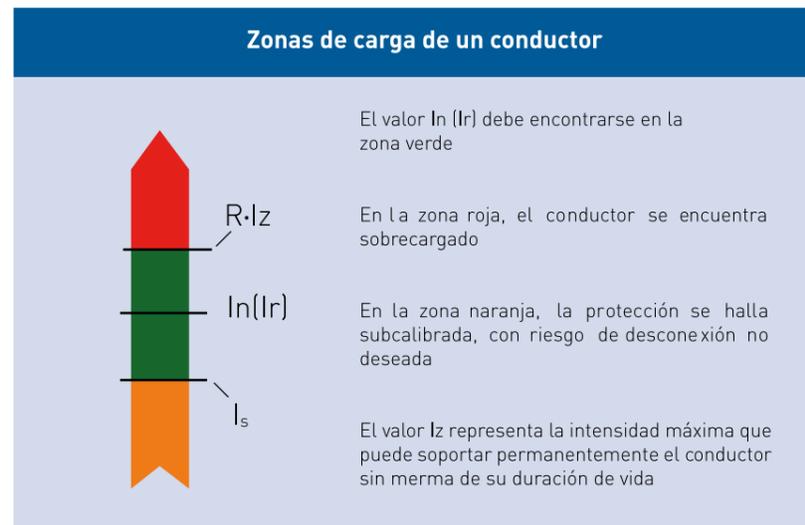
En el caso de protección con fusibles, debe aplicarse un coeficiente reductor R al valor de I_z .

Según todo lo anterior, la regla básica para asegurar que el conductor seleccionado se encuentre debidamente protegido a la sobrecarga es:

$$I_s < I_n < I_z \times R$$

Siendo:

- R = 1 para los automáticos
- R = 0,75 para los fusibles < 16 A
- R = 0,9 para los fusibles > 16 A.



En lo que se refiere a los automáticos regulables, se aconseja elegir un valor de I_z superior de calibre I_n nominal del aparato. Las consecuencias de un ajuste térmico I_r inapropiado o de una evolución de la corriente de servicio I_s no tendrán consecuencias.

CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE TABLEROS ELÉCTRICOS

Generalidades

Todo tablero de una instalación eléctrica deberá ser desarrollado de acuerdo a reglas técnicas, de modo de asegurar que, no presente riesgos para sus usuarios, proporcione un buen servicio, permita una fácil y adecuada mantenimiento y tenga la flexibilidad necesaria para permitir ampliaciones.

Para el diseño de un tablero se deben contemplar:

- Especificaciones técnicas
- Diagrama unilineal.

Especificaciones técnicas

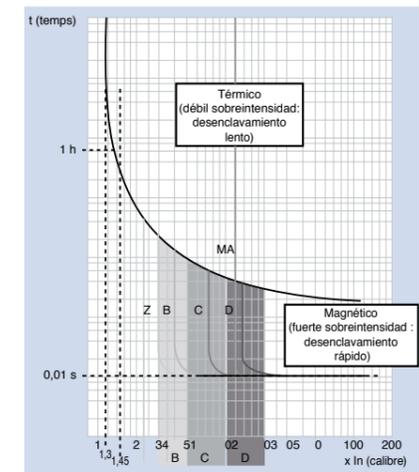
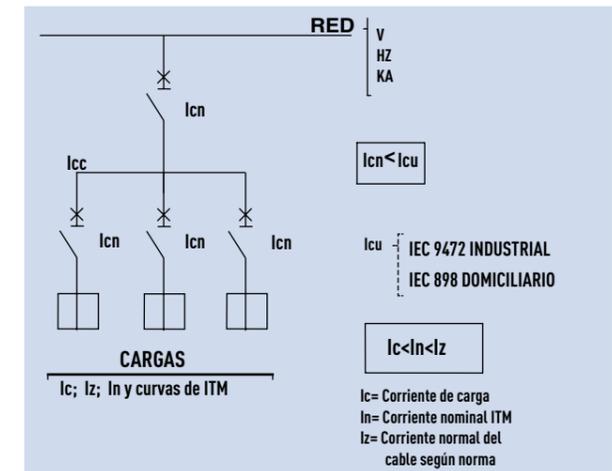
Las especificaciones técnicas contienen las características de funcionamiento, de instalación, dimensionales, constructivas y de materiales, si procede, además de toda otra indicación que haga claramente identificable a los distintos componentes del tablero.

Se debe tener presente, referente al gabinete:

- Tipo de ambiente (IP,NEMA)
- Ubicación física de la entrada/salida de los conductores
- Esquema de distribución de elementos (si corresponde)
- Definición del equipamiento interior (placa llena, cubreequipo, chasis...)
- Dimensionamiento del espacio útil del gabinete y alimentador interior, en el porcentaje que contemple la proyección de crecimiento de la instalación.
- Placa de identificación del tablero

En cuanto a las protecciones, se debe tomar en cuenta:

- Las características de la red
 - Sistema neutro
 - Tensión y frecuencia
 - Potencia del transformador
 - Corriente de cor to circuito máximo generada por el transformador
 - Potencia de corto circuito de la red.
- Las características de la carga
 - Corriente de cortocircuito en el punto de falla
 - Corriente nominal absorbida por ta carga.
 - Tipo de carga
- Las condiciones de instalación
 - Temperatura de funcionamiento
 - Nº de aparatos yuxtapuestos
 - Altura sobre el nivel del mar a la cual están instaladas.



Desclavamiento térmico temp. ambiente = 30° C

CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Una de las finalidades de los tableros, es servir de protección contra los agentes externos a los elementos y equipos contenidos en ellos. Las cajas de interruptores, dispositivos de control, señalización y medida que se pueden encontrar en un tablero, presentan un bajo grado de protección en sus elementos constitutivos.

Necesita ser definida con claridad para establecer el significado preciso en cada uno de los casos en que se pueden presentar en función al medio ambiente y la presencia de agentes extraños que puedan significar un problema al correcto desempeño de las funciones del equipo o conjunto considerado.

Las normas de diversos países establecen los grados de protección que deben presentar los equipos a fin de evitar la penetración de cuerpos sólidos, líquidos y en algunos casos se define también la resistencia mecánica a los golpes o choques. La normalización nacional para la fabricación de los envoltentes (tableros) no ha llegado a establecer disposiciones que acrediten el cumplimiento de los IP. Las prescripciones de la I.E.C. (internacionales) y la Norma NEMA (EE.UU) son las que se aplican y certifican en los equipos eléctricos que llegan de importación a nuestro país.

Prescripciones I.E.C.

Las recomendaciones de la I.E.C. (Comisión Electrotécnica Internacional), que se encuentran contenidas en las Publicaciones IEC 144 e IEC 529, han sido adoptadas, por los siguientes países: Austria, Bélgica, España, Francia, Inglaterra, India, Alemania, Suecia. En ellas, la identificación del grado de protección se hace mediante la sigla IP seguida de un número de dos cifras; las recomendaciones al ser adoptadas por los países asumen el grado de prescripciones y contemplan además en su articulado las pruebas que en cada caso debe cumplir un equipo para asignar un determinado grado IP.

En la siguiente tabla se indica el significado de las cifras IP y una breve descripción de la prueba correspondiente prescrita por las normas.

En algunos países de la comunidad europea se siguen las disposiciones de la Publicación CEE 24, que reemplaza el uso del índice IP por símbolos, aunque las condiciones y exigencias impuestas a los equipos son equivalentes a las establecidas por la IEC (se debe recordar, que en la práctica, la CEE es una subcomisión regional de la IEC).

INDICES DE PROTECCIÓN (IPXX)

Grados de protección de los materiales eléctricos según las normas IEC 529 DIN 400 50 BS 5490 Y NF C 20-10

1ª cifra: protección contra penetración de cuerpos sólidos el acceso a partes peligrosas			Letra adicional: protección contra el acceso a partes peligrosas (calibre-objeto CEI 61032)			2ª cifra: protección contra cuerpos líquidos		
IP	Tests	El calibre objeto no penetra en la carcasa	IP	Tests	La sonda de accesibilidad se queda a suficiente distancia de las partes activas	IP	Tests	
0		Sin protección	A		Protegido contra el acceso a partes peligrosas con el calibre-objeto esfera de 50 mm	0		Sin protección
1		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 50 mm (por ej., contactos involuntarios de la mano)	B		Protegido contra el acceso a partes peligrosas con el dedo de prueba articulado 12 mm	1		Protegido contra caída vertical de gotas de agua (condensación)
2		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 12,5 mm (por ej., dedos de la mano)	C		Protegido contra el acceso a partes peligrosas con la varilla de ensayo de 2,5 mm	2		Protegido contra caída de gotas de agua en ángulo de hasta 15° con la vertical
3		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 2,5 mm (por ej., herramientas, tornillos)	D		Protegido contra el acceso a partes peligrosas con la varilla de ensayo de 1 mm	3		Protegido contra el agua de lluvia en ángulo de hasta 60° con la vertical
4		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 1 mm (por ej., herramientas finas y cables pequeños)				4		Protegido contra proyecciones de agua en todas direcciones
5		Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)				5		Protegido contra chorros de agua de manguera en todas direcciones
6		Totalmente protegido contra el polvo				6		Totalmente protegido contra proyecciones de agua similares a golpes de mar
						7		Protegido contra los efectos de la inmersión prolongada
						8		Protegido contra los efectos de la inmersión prolongada en condiciones específicas

Grados de protección IK contra impactos mecánicos según la norma EN 50102

Grado IK	Ensayos	Energía en Joules
IK 00		0
IK 01		0,15
IK 02		0,2
IK 03		0,35
IK 04		0,5
IK 05		0,7
IK 06		1
IK 07		2
IK 08		5
IK 09		10
IK 10		20

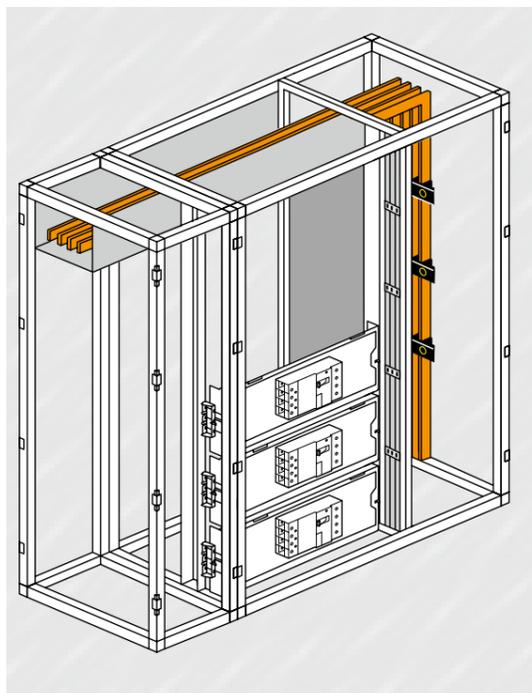
XL³ FORMAS DE SEPARACIÓN INTERNA

Las formas de separación de un tablero son tratadas en la IEC-61439-2

Separar internamente los conjuntos de baja tensión, en compartimentos distintos o espacios protegidos cerrados, garantiza una protección adicional al usuario contra un contacto con partes peligrosas que pertenezcan a las unidades funcionales, además de garantizar condiciones de seguridad relativas a la accesibilidad para el mantenimiento, a fin de proteger contra el contacto directo con los equipos.

Las formas de separación se definen conforme al nivel de protección necesaria para el armario de distribución, y éstas deben estar previstas en el proyecto con la finalidad de proteger al usuario, o al acceso al mantenimiento, contra contacto con partes peligrosas.

Con la oferta XL³ - 4000 es posible realizar todas las formas de compartimentación previstas en la norma de manera simple y rápida, y además con el auxilio del software XL-PRO² que ya permite la pre-visualización del proyecto, la relación de materiales requeridos.



Protección contra el contacto directo

La protección contra el contacto directo puede obtenerse mediante consideraciones constructivas del Conjunto o por medio de medidas complementarias utilizadas durante la instalación. Las medidas de protección contra el contacto directo son:

- Aislamiento de las partes con tensión

Las partes con tensión deben estar completamente cubiertas por un aislamiento que únicamente pueda ser retirado mediante su destrucción. Este aislamiento deberá estar fabricado con materiales capaces de resistir esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos a los que pudiera ser sometido durante su servicio. Pinturas, barnices o similares no se consideran adecuados por sí solos para efectos de protección contra el contacto directo.

- Barreras o envolventes

Las partes activas aisladas al aire deben estar al interior de envolventes, o detrás de barreras que proporcionen un grado de protección de al menos IP XXB. Las superficies horizontales accesibles cuya altura sea igual o menor de 1,6 m por encima del suelo, deberán proporcionar un grado de protección de al menos IP XXD (ver tabla pág. 31).

La distancia entre los elementos mecánicos previstos para la protección y las partes con tensión a las que protegen no deben ser inferiores a los valores especificados para las distancias de aislamiento en aire y superficial.

Las barreras y envolventes deben estar fijadas de forma segura y tener la suficiente robustez y durabilidad para mantener los grados de protección requeridos y la separación de partes activas durante las condiciones de empleo normales, teniendo en cuenta su naturaleza, dimensiones y disposición. La distancia entre una barrera o envoltorio conductora y las partes activas que protegen no deben ser menores que las distancias de aislamiento y líneas de fuga especificadas por la Norma.

- Protección mediante obstáculos

Esta medida se aplica a Conjuntos de tipo abierto.

EL PROPÓSITO DE LAS FORMAS DE SEPARACIÓN

La norma IEC 61439-2 define las separaciones internas de montaje en 4 formas diferentes, siendo cada una dividida en dos grupos "a" y "b" (2a, 2b, 3a, 3b, 4a y 4b) además de la forma 1.

Esta separación interna se obtiene en armarios de distribución XL³-4000, a través del uso de barreras o placas metálicas o aislantes.

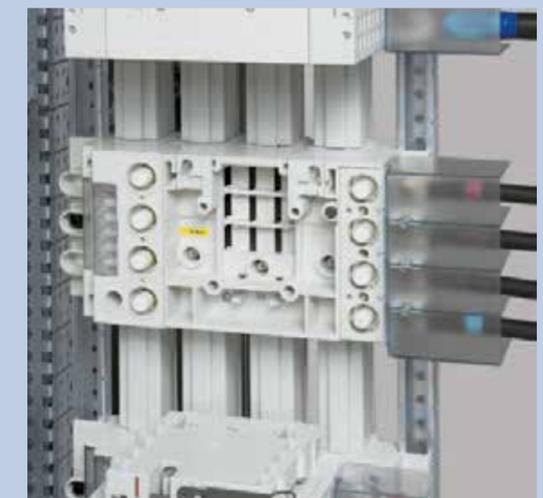
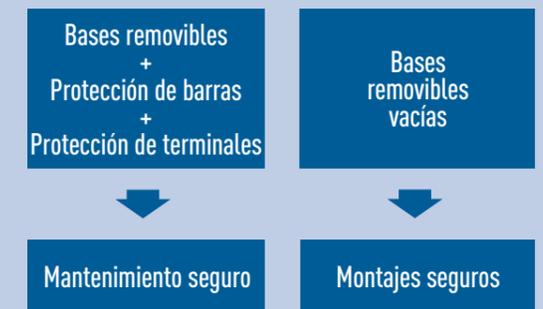
Se usa para dividir el armario en espacios de protección cerrados para alcanzar cuatro objetivos:

- Proteger contra el contacto directo con partes peligrosas de las unidades funcionales vecinas (el grado de protección debe ser por lo menos igual a IP xxB).
- Proteger contra la entrada de cuerpos sólidos. El grado de protección debe ser por lo menos igual a IP 2x.
- Limitar la propagación de los arcos eléctricos.
- Facilitar las operaciones de mantenimiento del armario. El objetivo principal es garantizar la disponibilidad de alimentación en caso de una falla o en caso que el trabajo se estuviera realizando en el armario.

■ Los armarios de distribución XL³-4000 y sus accesorios se pueden usar para crear todos los tipos de formas que describe la norma.

REPARTICIÓN OPTIMIZADA LEGRAND, UNA ALTERNATIVA PARA LAS FORMAS

El sistema de repartición Legrand es particularmente adecuado para la posibilidad de realizar mantenimiento o actualización en el armario, sin desenergizarlo cuando se esté ejecutando algún montaje



ESTÁNDARES DE LAS FORMAS DE SEPARACIÓN

Los estándares en las formas se refieren a las unidades funcionales (UF).

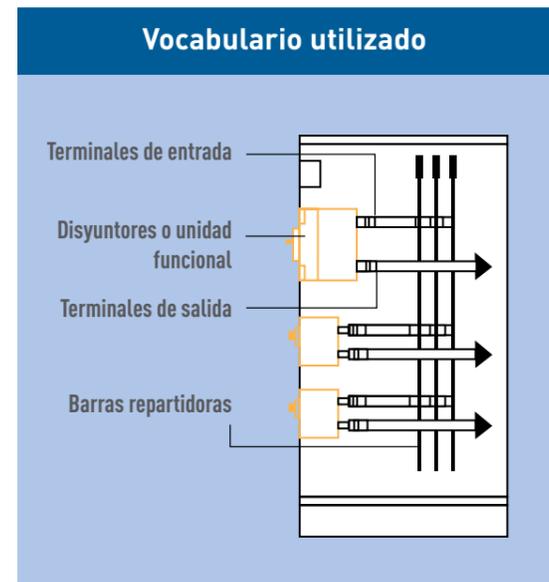
Una unidad funcional es una parte de un montaje que comprende todos los elementos mecánicos y eléctricos usados para realizar una única función. En el caso de armarios de distribución, las unidades funcionales están casi exclusivamente compuestas por dispositivos de protección, sus auxiliares y sus componentes de fijación.

Con el propósito de simplificar, una forma en el sistema XL³ se construye generalmente a partir de la forma inferior a ella.

Por ejemplo, la forma 3b se construye de la forma 2b, agregando nuevos componentes, en este caso las divisorias de separación horizontal.

Las formas están sujetas a la aceptación entre el fabricante del armario y el usuario.

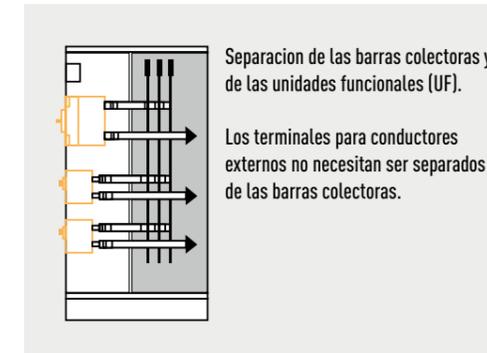
La tabla 104 de la norma IEC-61439-2 establece la clasificación de separaciones físicas dentro de un conjunto armado definidas por barreras o particiones internas.



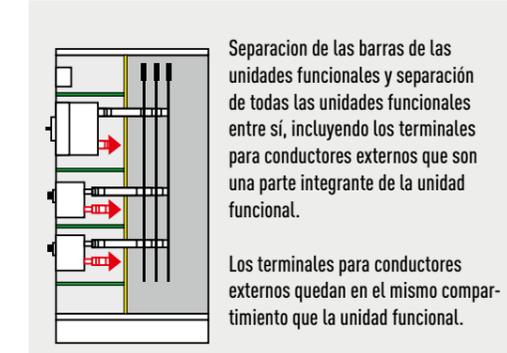
Formas de separación interna		
Criterio Pincipal	Criterio Secundario	Forma
Ninguna separación	—	1
Separación de barras repartidoras de las unidades funcionales	Terminales para conductores externos no separados de las barras repartidoras	2a
	Terminales para conductores externos, separados de las barras repartidoras	2b
Separación de barras repartidoras de las unidades funcionales y separación de todas las unidades funcionales entre sí. Separación de los dos terminales para conductores externos de las unidades funcionales pero no entre ellas	Terminales para conductores externos no separados de las barras repartidoras	3a
	Terminales para conductores externos separados de las barras repartidoras	3b
Separación de barras repartidoras de las unidades funcionales y separación de todas las unidades funcionales entre sí, inclusive los terminales para conductores externos que son partes integrantes de la unidad funcional	Terminales para conductores externos en el mismo compartimiento, tal como la unidad funcional asociada	4a
	Terminales para conductores externos no en el mismo compartimiento que la unidad funcional asociada, sino en espacios protegidos o en compartimientos individuales, separados y cerrados	4b

FORMAS DE SEPARACIÓN INTERNAS

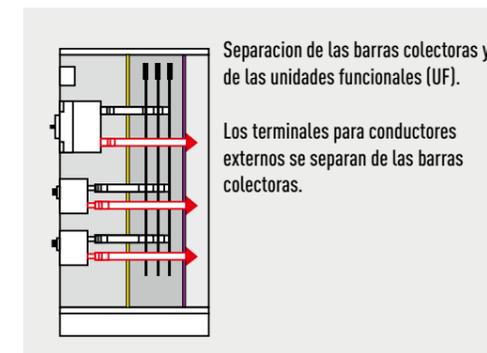
Forma 2A



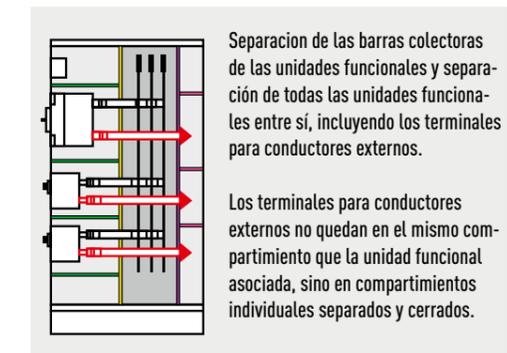
Forma 4A



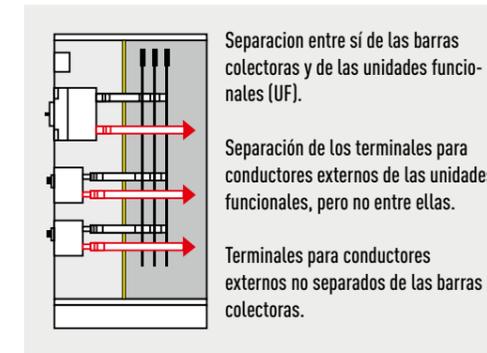
Forma 2B



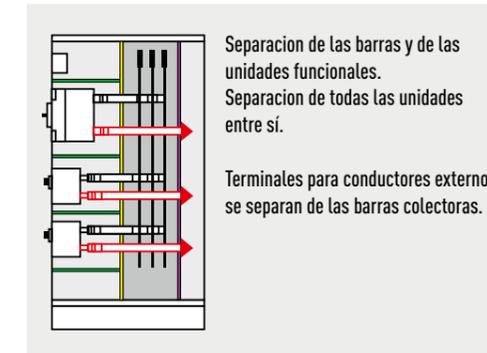
Forma 4B



Forma 3A



Forma 3B



LA SEGURIDAD GARANTIZADA, POR LA CERTIFICACIÓN

Los principios



LA NORMA

La certificación de los armarios de distribución está definida por las normas internacionales IEC 61439-1 y la IEC 61439-2. Ellas formulan las definiciones, condiciones de empleo, dispositivos constructivos, características técnicas y los ensayos y pruebas para los conjuntos de dispositivos de baja tensión.



LAS OBLIGACIONES

- La construcción de conjuntos que utilizan productos testeados y conformes a sus propias normas para configuraciones representativas, es decir, los ensayos de tipo realizados sobre la base de nuestros armarios con equipamiento Legrand.
- El respeto de las reglas de selección y uso, y de la puesta en servicio de estos productos según las modalidades definidas por las normas, los reglamentos y las buenas prácticas.
- La realización de ensayos individuales **(aislación, resistencia al impulso eléctrico, continuidad de masa)** y los resultados de una inspección final son registrados en un reporte individualizado.



EL ROL DE LEGRAND

Legrand fabrica los diferentes elementos que componen un tablero de distribución: los dispositivos de protección, los armarios, los sistemas de repartición, etc. Todos estos elementos poseen certificados de conformidad a nivel de producto.
Legrand realiza el armado del armario eléctrico, instala los equipos, realiza el cableado, realiza las pruebas eléctricas y certifica el armario armado y listo para uso.



LA CONFORMIDAD

El cumplimiento de nuestras pruebas y estándares de calidad son certificados por una declaración de conformidad luego de pasar el tablero por un exigente protocolo de pruebas. Luego, el armario es marcado con nuestro sello de calidad.

LOS TEST

PARA LA CERTIFICACIÓN DE ARMARIOS Y EQUIPOS

Los test descritos más adelante son una garantía para el funcionamiento en condiciones seguras del armario armado y para la seguridad de las personas y equipos instalados aguas abajo del tablero.

XL³ LA GAMA CAMBIOS

QUE SE ADAPTA A LOS

Legrand dispone de una oferta que responde a cada exigencia de la Norma IEC-61439. Gracias a la gama XL³ entregamos una respuesta a medida según sus necesidades para la distribución de potencia proponiendo un rango de gama desde 160A a 6300A. Cada modelo de envolvente ofrece una amplia variación de versiones y equipos.

NUESTROS PRODUCTOS

XL³-160 - Para instalaciones hasta 160A



XL³-160

Tableros metálicos IP30, capacidad para 24 módulos por fila con un máximo de 6 filas.

- Sobrepuestos o empotrados. Equipados con rieles y plastrones. Se les puede instalar puerta metálica o de vidrio.
 - Los tableros sobrepuestos tienen una placa de entrada de cables preplicada para extracción, partes laterales removibles, y el techo y la base removibles y divisibles para facilitar el cableado.
 - La versión empotrable viene equipada con una caja metálica para empotrar, un chasis extraíble con los rieles montados, bornes para conductores de protección, cuadro de empotrar y plastrones aislantes.
- Albergan los equipos modulares, los disyuntores de potencia DPX3160 y Vistop hasta 125A.

XL³-800 - Para instalaciones hasta 800A



XL³-800

Tableros y armarios metálicos de distribución IP30 a IP55, capacidad de 24 o 36 módulos por fila.

- Fijación fácil y segura de equipos gracias a las montantes funcionales integradas al fondo del tablero.
 - Utilización óptima del espacio de cableado:
 - Los tableros de ancho 36 módulos pueden integrar compartimientos internos para cables (pasando a un ancho de 24 módulos por fila)
 - Posibilidad de juntar 2 envolventes o envolventes y compartimiento externo para cables para una capacidad de cableado mayor.
- Terminaciones perfectas e Índice de Protección IP40 a IP43, gracias a las puertas metálicas o de vidrio.
- IP55 disponible para la gama de tableros de distribución.
 - Todas las versiones pueden ser equipadas de juego de barras laterales o al fondo del armario.

XL³-4000 y 6300 - Para inst. hasta 6300A



XL³-4000 y 6300

Armarios de distribución metálicos configurables IP30 a IP55 (únicamente para XL³ 4000 con puerta y junta de estanqueidad)

- Pueden albergar protecciones hasta 6300A y múltiples soluciones de repartición.
- Numerosas configuraciones capaces de responder a necesidades diversas: armarios disponibles en diferentes medidas según la gama: 2 alturas, 3 anchuras y 3 profundidades para los XL³-4000 y 1 altura, 1 anchura y 3 profundidades para los XL³-6300.
- Fiabilidad gracias a los dispositivos de fijación y montantes.
 - Notable robustez gracias a los elementos estructurales especialmente concebidos para un máximo de estabilidad.
 - Terminación perfecta: puertas metálicas o de vidrio para la gama XL³ 4000.

LEGRAND SERVICE



Asistencia técnica y respaldo Legrand



- Servicios de Dimensionamiento,
- Disposición y Armado de Tableros
- Servicios de Asistencia
- Técnica en Terreno y Telefónica
- Soluciones a su medida
- Implementación de tableros de faena.
- Servicio post - venta
- Atención y soporte de nuestros productos.

COMUNÍQUESE CON NOSOTROS

0-800-17710

bt-service.peru@bticino.com

www.legrand.com.pe



SIGUENOS
EN:

 bticino Peru

 bticino Peru



TICINO DEL PERÚ, S.A.
Av. José Pardo 819, Miraflores
Lima 18 - Perú
Telf: 613-1800
contacto.peru@bticino.com
www.legrand.com.pe