



Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

Dirección General del Agua

Mancomunidad de los Canales del Taibilla.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS
PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES
DE BT PARA MCT**

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 2 de 52

INDICE

01. AMBITO DE APLICACION	3
02. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS.....	3
02.1 ENVOLVENTES	3
02.2 EMBARRADOS	6
02.3 PUESTA A TIERRA	7
02.4 VENTILACION.....	8
02.5 REFRIGERACIÓN	8
02.6 ILUMINACIÓN	8
02.7 RESERVA	8
03. SALA CUADROS	9
04. PROTECCIONES ELECTRICAS	10
04.1 DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.	10
04.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	10
04.3 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	15
04.4 APARAMENTA INTERIOR.....	16
05. CABLEADO	19
05.1 GENERALIDADES DE CABLEADO	19
05.2 DISEÑO DE CIRCUITOS DE CONTROL	23
05.3 DISEÑO DE CIRCUITOS DE MANDO.....	25
05.4 DISEÑO DE CIRCUITOS DE POTENCIA	28
05.5 COMPENSACION DE REACTIVA.....	29
06. ETIQUETADO	29
06.1 IDENTIFICACION DE ELEMENTOS EN ESQUEMAS.....	31
07. FUNCIONALIDAD.....	33
07.1 CRITERIOS DE FUNCIONAMIENTO	33
07.2 LOGICA CABLEADA	35
07.3 LOGICA PROGRAMADA.....	35
07.4 ROTURA DE HILO	35
07.5 SEÑALIZACIÓN	36
08. ENSAYOS Y PRUEBAS	38
09. ARMARIOS ESPECIALES	41
09.1 ARMARIOS PARA ALUMBRADO EXTERIOR.....	41
09.2 CUADROS PARA INSTALACIONES PROVISIONALES Y TEMPORALES DE OBRAS	41
09.3 CUADROS PARA ALUMBRADO DE CENTROS DE TRANSFORMACION.....	42
09.4 CENTROS DE CONTROL DE MOTORES (CCM)	42
10. DOCUMENTACION	48
10.1 PLACA IDENTIFICATIVA	48
10.2 DOCUMENTACIÓN A SUMINISTRAR	49
11. NORMATIVA	50

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 3 de 52

01. AMBITO DE APLICACION

Las especificaciones que se detallan a continuación se aplicarán a los cuadros, armarios y pupitres de BT fabricados para MCT que contengan aparata eléctrica de baja tensión cuya tensión de empleo no sobrepase los **1000 V** en corriente alterna y los **1500 V** en corriente continua.

Estas especificaciones tienen por objeto formular las definiciones, las condiciones de empleo, las disposiciones constructivas, las características técnicas y los ensayos para los conjuntos de aparata de baja tensión.

02. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Los cuadros deberán ser capaces de soportar sin daño o deformaciones permanentes las solicitudes mecánicas y térmicas producidas por el paso de la intensidad nominal de cortocircuito y la construcción de los armarios estará sometida a las normas y reglamentos vigentes, teniendo que satisfacer como mínimo las siguientes exigencias:

- El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
- Las normas específicas de la Propiedad
- Las prescripciones y recomendaciones contenidas en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas
- El reglamento de seguridad y salud en el trabajo

02.1 ENVOLVENTES

Definiciones. En lo sucesivo se entenderá **Cuadro** como todo armario eléctrico en montaje empotrado o de superficie instalado sobre pared. Cuando la envolvente esté apoyada sobre suelo se entenderá como **Armario**. Si el armario dispone de algún tipo de atril o alzada con elementos interfaz de usuario lo denominaremos **Pupitre**.

Accesibilidad y mantenimiento de la aparata. Todos los elementos de la aparata de mando deberán estar situados y orientados de tal forma que puedan identificarse sin mover dichos elementos ni su cableado. La disposición de todos los elementos deberá permitir, si es necesario, la comprobación de su



funcionamiento y su reemplazo. Ningún dispositivo debe montarse en envolventes ni en tapas o puertas de acceso excepto los dispositivos de actuación, indicación, medida y refrigeración (selectores, pulsadores e interruptores de mando, pilotos, amperímetros, voltímetros, ventiladores, etc).

No se ubicarán equipos en los laterales del armario.

No se recomienda el montaje del aparellaje sobre placas de montaje pintadas para garantizar la compatibilidad electromagnética.

Existirá separación física en la medida de lo posible de los equipos de potencia y de los elementos electrónicos de control o sensibles de perturbaciones.

Los cuadros se montaran sobre bancadas que los aislen del suelo.

Grados de protección. La protección contra la penetración de objetos sólidos y líquidos deberá ser compatible con las influencias externas bajo las que se encuentre funcionando el equipo. El grado de protección que proporciona una envolvente viene indicado por el código IP, recomendado en IEC 60529. Todas las envolventes ofrecerán como mínimo un grado de protección **IP44** con las siguientes excepciones:

- En Locales mojados se intentará no instalar cuadros o armarios. Si fuera necesario el grado de protección será mayor o igual de **IP55**.
- En zonas de exterior será **IP65** como mínimo

El grado de protección de los cuadros con la/s puerta/s abierta/s, será **IP20**, que corresponde a una protección contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm (un dedo de la mano).

Si hay agujeros en una envolvente para su montaje, como es el caso de zonas de entradas de cables o sistemas de ventilación, deberán tomarse precauciones particulares de forma que no se perjudique el grado IP de protección requerida, por lo cual se recomienda la entrada de cables mediante sistemas de ajuste adecuados (prensaestopas, racores, juntas, espumas o masillas de relleno, etc.). Dichas entradas de cables deberán poder ser desmontadas fácilmente in situ. Las ventanas y puertas de tipo transparente deberán soportar los mismos esfuerzos mecánicos y térmicos que el resto de la envolvente, sin minimizar el grado de protección IP (p.e. vidrio templado o policarbonato de 3mm de espesor, etc.)

Las entradas serán normalmente por la parte inferior del armario. Estas entradas estarán equipadas con placas de cierre que eviten la entrada de polvo y de roedores, una vez se haya colocado en su lugar definitivo y sobre el basamento de entrada de cables.



Código IK. La norma IEC 62262 define el código IK que caracteriza la capacidad de los equipos para resistir impactos mecánicos en todos sus lados. Los cuadros eléctricos estarán preparados para **IK08** mínimo (envolvente con puerta).

Las envolventes deberán estar diseñadas para soportar los máximos esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, así como efectos de la humedad que puedan encontrarse en funcionamiento normal en su lugar de ubicación.

Las condiciones mínimas de servicio de los materiales de los armarios serán de -5°C a +40°C.

Materiales. Se diseñarán preferentemente, siempre y cuando sea posible, armarios con materiales plásticos autoextinguibles con gran resistencia a los ambientes corrosivos.

Los armarios metálicos estarán pintados con resinas poliéster-epoxi con un espesor mínimo **60** micras. El espesor mínimo de chapa será de **1,2 mm**. En ambientes corrosivos el espesor mínimo será de **1,4 mm** para la envolvente y **2 mm** para la puerta.

Se intentará que las puertas de la envolvente no tengan una anchura superior a **0,9 m**. Y tengan bisagras verticales de tipo desmontable por elevación, con un ángulo de apertura mínimo de 95°.

Dispondrán de anillas de suspensión para transporte según Norma DIN580.

No podrá haber ninguna abertura en la envolvente del sistema eléctrico que comunique directamente con compartimentos que contengan fluidos (líquidos, lubricantes, aceites, etc.) ni ambientes polvorientos. Este requisito no se aplica en caso de que el equipo eléctrico esté diseñado específicamente para dichos ambientes.

Protección de las partes activas. Las partes activas del cuadro deberán estar completamente recubiertas por un aislamiento que sólo pueda quitarse por destrucción.

Este aislamiento deberá realizarse mediante materiales aislantes adecuados capaces de resistir de forma duradera las sollicitaciones mecánicas, eléctricas y térmicas a las cuales puedan estar sometidos en servicio.

Las pinturas, barnices, lacas y productos análogos no son en general, considerados como un aislamiento suficiente para asegurar la protección contra los contactos directos.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 6 de 52

Quando se instalen pantallas protectoras, se deberán cumplir las siguientes prescripciones:

- Todas las pantallas y envolventes deberán estar fijadas de forma segura. Teniendo en cuenta su naturaleza, sus dimensiones y su disposición, deben tener una robustez y una duración suficientes para resistir a los esfuerzos y sollicitaciones susceptibles de presentarse en servicio normal, sin reducir las distancias de fuga.
- Cuando sea necesario retirar las pantallas, abrir las envolventes o retirar partes de las envolventes (puertas, cajas, tapas, etc.) será necesario el empleo de una llave o herramienta. Todas las partes activas que puedan ser tocadas inadvertidamente después de la apertura de la pantalla, deberán estar seccionadas antes de su apertura.

02.2 EMBARRADOS

La norma UNE EN-60439.1 define los embarrados de distribución de la energía como juegos de barras principal y juego de barras derivado, siendo el segundo una derivación del primero para distribuir un grupo determinado de circuitos. Se establecen dichos juegos de barras las siguientes normas:

El juego de barras principal deberá estar dimensionado en cuanto a sección y protección contra los efectos de la **Icc** en todo su recorrido en correspondencia con la protección magnetotérmica de su cabecera.

Los juegos de barras derivados se dimensionarán para la máxima carga simultánea prevista (en función de su coeficiente de simultaneidad) en el grupo de receptores que alimentarán (se recomienda sobredimensionar dichos juegos de barras en función de la capacidad máxima prevista de ampliación de circuitos). Todos los embarrados deberán soportar adecuadamente los esfuerzos mecánicos de cortocircuito previstos, para lo cual es necesario instalar el número y tipo de soportes adecuado. La determinación del nº de soportes y su distancia entre ellos debe realizarse según las especificaciones del fabricante, puesto que él es quien debe realizar los ensayos en laboratorio de los esfuerzos que soporta cada soporte según las pletinas o barras que aloje.

Los embarrados se protegerán con placas de metacrilato transparente fijado con separadores en la placa de montaje.

No se permite la derivación directa, sin seccionamiento, del juego de barras derivado.

Los embarrados serán **prefabricados** y se dispondrán obligatoriamente en los armarios principales y siempre que la intensidad nominal del armario sea superior a **630A**.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 7 de 52

02.3 PUESTA A TIERRA

El sistema de conexión del neutro y de las masas será el **esquema TT** según la **ITC-BT-08**.

El cuadro eléctrico y sus partes móviles deberán estar conectados a la red general de tierra de BT.

El cuadro dispondrá de una barra de toma de tierra que se conectará a la red exterior por el mismo conducto que la acometida en BT y desde la que partirán los conductores de cada circuito secundario. Los conductores de tierra serán de cobre con aislamiento amarillo – verde y su sección será la determinada por el REBT.

Desde el embarrado de tierra general se llevarán cables conectado radialmente al resto de barras de tierra de las cabinas. La sección mínima para este cable de interconexión interna de tierras será de 10 mm².

Las partes móviles (puertas, bastidores, etc.) se conectarán mediante trenza flexible de cobre que permita el movimiento de los elementos a proteger por peligro de rotura por flexión.

Cuando sea necesario, por la existencia de equipos electrónicos sensibles, se dispondrán de dos puntos de conexión a tierra diferenciados en el armario eléctrico. Los dos puntos podrán estar unidos a la misma toma de tierra general del edificio, pero tendrán consideración distinta a partir de su separación en el cuadro eléctrico. Uno de los dos puntos (denominado PE) se utilizará para conectar directamente todos los conductores de protección de potencia y equipos susceptibles de generar “residuales” y el otro punto (denominado TE) conectado tan próximo como sea posible al punto PE, se utilizará para conectar los equipos sensibles a los ruidos eléctricos. El punto TE es pues un borne de tierra “**sin ruido**” al que se conectarán directamente todos los equipos sensibles. Para garantizar la reducción de perturbaciones eléctricas en modo común se recomienda que la unión del punto TE con el punto PE se realice lo más próxima posible al punto de puesta a tierra.

El valor de la resistencia de tierra de BT de la instalación será inferior a **5 ohmios**.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 8 de 52

02.4 VENTILACION

El cuadro estará suficientemente ventilado para que en su interior, nunca se sobrepasen los **45°C** o las temperaturas máximas de los componentes instalados en su interior; considerando una temperatura de sala de 35°C y una humedad relativa ambiente del 90%.

La ventilación se calculará teniendo en cuenta una obturación mínima del 50% de las rejillas de admisión.

Las rejillas de ventilación dispondrán de filtros para evitar la entrada de polvo.

Las rejillas de ventilación/extracción cumplirán con el IP de la envolvente.

Salvo indicación expresa del proyecto, no será necesaria la instalación de resistencias de calefacción.

02.5 REFRIGERACIÓN

Siempre que se pueda, se intentará climatizar antes la sala de cuadros que los propios armarios.

Cuando así lo requiera la aparamenta interior, se instalarán refrigeradores de armario de la potencia adecuada. Se prestará especial atención a las posibles condensaciones interiores.

02.6 ILUMINACIÓN

Cuando la altura del armario eléctrico sea mayor o igual de **1,6 mts** se instalará en su interior iluminación en cada una de las puertas de acceso, preferentemente en la parte superior. Esta iluminación se accionará directamente con la apertura de la puerta correspondiente.

02.7 RESERVA

El armario eléctrico se diseñará con al menos un **20%** de reserva en previsión de futuras ampliaciones.

Esta reserva se intentará dejar en cada una de las secciones del cuadro y se evitará la concentración del espacio libre en un solo lugar. Estos espacios no se ocuparán por cables, canales ni otros equipos.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 9 de 52

03. SALA CUADROS

Las salas destinadas a albergar cuadros eléctricos cumplirán con lo especificado en la ITC-BT-30 Apt. 8.

Ventilación. Las salas a contener los cuadros eléctricos estarán ventiladas con una renovación mínima de **30 Renovaciones/Hora**

Si fuera necesario se climatizarán cuando así lo determine el proyecto o la Dirección facultativa. En tal caso las condiciones ambientales finales, para el cálculo de los armarios, serán como máximo:

-Temperatura interior: Menor de 35°C

-Humedad relativa: Menor de 90%

Dimensiones. Las dimensiones de la sala garantizarán la instalación, el izado y el desmontaje de los cuadros eléctricos, mediante medios de elevación existentes en la sala o mediante el empleo de grúas exteriores.

04. PROTECCIONES ELECTRICAS

04.1 DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.

El cuadro eléctrico, según ITC-BT-17, dispondrá al menos de:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se



instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Para que exista un correcto control y señalización del sistema eléctrico como mínimo se colocará en cabecera de cada cuadro de BT y equipos de potencia igual o superior a **80A** un equipo analizador de redes trifásico

04.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, con un mínimo de **15 kA** según IEC 60947-2 o **10 kA** según IEC 60898.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la Instrucción **ITC-BT-24**.

Los diferenciales a utilizar serán inmunizados, instantáneos o selectivos, de **clase A** contra los riesgos de disparos intempestivos.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

Los interruptores diferenciales se instalarán aguas abajo de los interruptores magneto térmicos para aprovechar el poder de corte de éstos.

A efectos de unificar repuestos y esquemas de cableado, dispositivos, etc. todos los interruptores procederán de un mismo fabricante.

El conjunto deberá estar protegido contra contactos directos por medio de alguno de los siguientes sistemas:

- 1.- Aislamiento de las partes activas.
- 2.- Protección contra contactos residuales superiores a 50V
- 3.- Protección con barreras u obstáculos.

Cada circuito o parte eléctrica deberán estar protegidos contra contactos indirectos por medio de alguno de los siguientes sistemas:

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 11 de 52

- 1.- Empleo de equipos o conjuntos eléctricos de clase II (doble aislamiento) o de conjuntos de aparamenta de conexión y de mando de aislamiento total.
- 2.- Separación eléctrica mediante transformadores.
- 3.- Protección por desconexión automática del circuito mediante dispositivos interruptores diferenciales o similares.
- 4.- Utilización de muy baja tensión de seguridad (MBTS) según **ITC-BT-36**.

En caso de tratarse de un conjunto que contenga aparamenta de varias máquinas, será necesario instalar los interruptores diferenciales en el cuadro de aparellaje eléctrico del conjunto y si fuese necesario por las condiciones de instalación de la línea de alimentación, también se instalará en cabecera de la línea pero teniendo en cuenta en ese caso el uso de sistemas de selectividad para controlar el disparo selectivo de dichos interruptores diferenciales.

Todos los circuitos que se deriven de la alimentación o alimentaciones principales deberán estar protegidos como mínimo mediante dispositivos contra sobrecargas para evitar los efectos de cortocircuitos. Para el caso de circuitos para motores de más de **0,5 KW**, será obligatoria además una protección contra sobrecargas.

Se prohíbe el uso de la misma protección contra sobrecargas para circuitos de alumbrado y fuerza. Igualmente no podrán compartir la protección más de un motor a la vez.

Si una secuencia de fases incorrecta puede causar una condición peligrosa o puede dañar la máquina, será obligatoria la instalación de un sistema de protección de **secuencia de fases**.

Salvo indicación contraria, los conjuntos estarán, en general, destinados a utilizarse en un ambiente con un **grado de contaminación 3** según IEC 60947-2 (Presencia de una contaminación conductora o de una contaminación seca no conductora que se convierte en conductora por condensación). Sin embargo, los demás grados de contaminación pueden aplicarse en función del micro-ambiente o empleos particulares donde se prevea alojar el armario.

Poder de corte. Los interruptores protectores de línea deberán tener un adecuado poder de corte. Para el cálculo se tendrán en cuenta medidas y valores reales del lugar de instalación. Para el cálculo, se considerará la potencia de cortocircuito en el lado de AT la aportada por la compañía eléctrica suministradora. Esta potencia no se considerará inferior a **350 MVA**.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 12 de 52

El poder asignado de apertura en cortocircuito del interruptor automático no será nunca inferior a **1,5 veces** la intensidad máxima de cortocircuito trifásica **permanente** de la instalación calculada según la **IEC-60909** para el punto de instalación.

Reglaje de los interruptores magneto térmicos. Las características de reglaje son dadas por las curvas de disparo. En el caso de aparatos con las curvas prefijadas el ajuste pasará por elegir adecuadamente el equipo de acuerdo con las siguientes curvas:

- Curva B: Para la protección de generadores, personas y grandes longitudes de cables con regulación estándar para sobrecargas y umbrales magnéticos de entre 3 y 5 veces la intensidad nominal.
- Curva C: Protección de cables que alimentan receptores clásicos. con regulación estándar para sobrecargas y umbrales magnéticos de entre 5 y 10 o 7 y 10 veces la intensidad nominal.
- Curva D: Protección de circuitos con receptores con fuertes puntas de arranque. Regulación estándar para sobrecargas y umbrales magnéticos de entre 10 y 14 veces la intensidad nominal.
- Curva de arranque de motores, sin protección por sobrecargas (por lo que será necesario asociar un relé térmico o guardamotor). Umbrales magnéticos de cortocircuito fijados a 12 veces la intensidad nominal.

Intensidad nominal. La intensidad nominal del interruptor magneto térmico no será inferior al **120%** del máximo consumo previsto.

Coordinación entre interruptores. El concepto de coordinación concierne al comportamiento de dos aparatos instalados en serie en una distribución eléctrica en presencia de un cortocircuito.

Los interruptores de protección se diseñarán teniendo en cuenta valores de **filiación** o protección de acompañamiento. La filiación es la utilización del poder de limitación de los interruptores automáticos.

Esta limitación ofrece la posibilidad de instalar aguas abajo interruptores automáticos con menores poderes de corte. Los interruptores automáticos de aguas arriba juegan entonces un papel de barrera para las fuertes intensidades de cortocircuito. Permitiendo de esta forma instalar un interruptor aguas arriba D1 para ayudar a un interruptor instalado aguas abajo D2 a cortar las intensidades de cortocircuito superiores a su poder de corte último I_{cuD2} . Este valor se marca como $I_{cuD2+D1}$.



Se prestará especial atención igualmente a la **selectividad** para asegurar la coordinación entre las características de funcionamiento en serie de tal manera que en caso de defecto aguas abajo, sólo el interruptor situado inmediatamente encima del defecto abra. La IEC 60947-2 define un valor de intensidad I_s cuyo nombre es límite de selectividad, tal que:

- si la intensidad de defecto es inferior a este valor I_s , sólo el interruptor D2 abre.
- si la intensidad de defecto es superior a este valor I_s , los interruptores D1 y D2 abren.

La selectividad y la filiación sólo pueden ser garantizadas por el fabricante que recoja sus ensayos en tablas, por lo cual deberemos referirnos a éstas para escoger los aparatos adecuados.

Se podrán combinar los siguientes tipos de selectividad:

- Selectividad amperimétrica

La protección es selectiva si la relación entre los umbrales de regulación es superior 1,6 (en el caso de dos interruptores automáticos de distribución).

- Selectividad cronométrica

El disparo del aparato de aguas arriba está ligeramente temporizado con respecto al aparato de aguas abajo que es más rápido. La protección es selectiva si la relación entre los umbrales de protección contra los cortocircuitos es igual o superior a 1,5.

- Selectividad energética

Este principio combina el poder de limitación y el accionamiento reflejo, sensible a la energía disipada por el cortocircuito en el aparato. Cuando un cortocircuito es elevado, si es visto por dos aparatos, el aparato de aguas abajo lo limita muy fuertemente. La energía disipada en el aparato de aguas arriba es insuficiente para provocar su disparo: hay selectividad sea cual sea el valor del cortocircuito. La protección es selectiva si la relación entre los calibres de los interruptores automáticos es superior a 2.

COORDINACIÓN EN ARRANCADORES DE MOTOR.

Las normas definen los niveles y formas de probar las coordinaciones para estos equipos por lo que cualquier combinación de este tipo debe ser prescrita por el



fabricante de los aparatos a coordinar. Las normas definen 3 tipos de coordinación:

- Coordinación de tipo 1: Se acepta un deterioro del contactor y del disyuntor con 2 condiciones:
 - No debe existir ningún riesgo para el operario.
 - Otras partes distintas del contactor y del relé térmico no deben haber sufrido daños(ejemplos: aires acondicionados, motores y bombas de uso poco frecuente que no impliquen procesos de seguridad, etc.)
- Coordinación de tipo 2: Únicamente se admite una ligera soldadura de los contactos del contactor o del arrancador siempre que se puedan separar fácilmente. Después de las pruebas pertinentes, la función de protección y operación queda operativa.
(ejemplos: escaleras mecánicas, motores y bombas de funcionamiento continuado que sean parte esencial del equipo, etc.)
- Coordinación total: En esta solución no se admite ningún daño ni desajuste. La recuperación del servicio es inmediata y no necesita ninguna precaución específica.

En los arranques de motor se implementarán **coordinación tipo 2** salvo indicación en contra del proyecto.

04.3 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Según el REBT, en su **ITC-BT-23**, las instalaciones interiores se deberán proteger contra sobretensiones, por lo tanto los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos 1,2/50µs en KV no sea inferior a la tensión prescrita en la siguiente tabla:

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	--	8	6	4	2,5
1000	--				



Siendo:

Categoría I: Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II: Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija.

Categoría III: Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad.

Categoría IV: Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución.

Protectores de sobretensión. Los parámetros de un descargador de sobretensiones son:

- *Intensidad máxima, I_{max}* : máxima intensidad que puede descargar sin dañarse en una ocasión.

- *Intensidad nominal, I_n* : intensidad que el protector puede descargar 20 veces sin dañarse.

- *Tensión nominal asignada o tensión máxima en régimen permanente, U_c* : Es la máxima tensión para la cual el protector no derivará corriente a tierra

- *Tensión residual asignada o nivel de protección, U_p* : es la tensión que aparece en los extremos del protector, cuando es atravesado por la intensidad nominal. Esta debe ser menor que la tensión máxima tensión soportada a impulso tipo rayo por el equipo o receptor a proteger.

En redes TT se colocarán los descargadores de sobretensiones entre cada conductor activo (fases y neutro) y tierra. Es decir, en modo común, para la protección basta (en los cuadros), y en modo diferencial, para la protección fina (junto a los receptores electrónicos especialmente sensibles). Se incorporarán fusibles o magnetotérmicos en serie con los descargadores, para evitar cortes de suministro.

La tensión residual asignada de los descargadores deberá ser menor que la que soportan a impulsos 1,2/50 μ los aparatos instalados según la categoría asignada.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 16 de 52

Cuando el proyecto lo requiera se instalarán los siguientes protectores:

- Protector Categoría IV: En la cabecera de la instalación, será un descargador basto ($I_n > 20 \text{ kA}$, $I_{max} > 65 \text{ kA}$, $U_c \leq 440 \text{ V}$, $U_p \leq 2,5 \text{ kV}$), en modo común, para derivar la mayor parte de la corriente.
- Protector Categorías III y II: Lo más cerca posible al equipo a proteger; deberá colocarse un descargador fino ($I_n > 5 \text{ kA}$, $I_{max} > 8 \text{ kA}$, $U_c \leq 440 / 275 \text{ V}$, $U_p = 0,5 \text{ a } 1,5 \text{ kV}$), en modo común, diferencial o mejor mixto.
- Protector Categoría I: Se instalarán en los equipos específicos que lo precisen; serán descargadores específicos con una capacidad de absorción muy baja y gran rapidez de respuesta. Por ejemplo: Protección de entradas digitales y analógicas de PLC ($I_n = 1 \text{ kA}$, $U_c \leq 24 \text{ Vdc}$, $U_p \leq 50\text{V}$)

04.4 APARAMENTA INTERIOR

Toda la aparamenta interior del cuadro eléctrico, se diseñará según la IEC 60947 con las siguientes particularidades:

- Arrancadores directos

Los contactores se sobredimensionarán una talla mayor que la mínima necesaria en AC3, obtenida de los cálculos de solicitaciones eléctricas.

- *Arrancadores de tipo normal.* Incorporarán interruptor automático con protección magnética, protección diferencial, contactor, relé térmico diferencial de sobrecarga.
- *Arrancador con inversión de giro.* Incorporarán un juego de contactores y pulsadores cableados y conectados de tal forma que permitan accionar el motor asociado en los dos sentidos de giro, contarán con los enclavamientos de seguridad eléctrico y mecánico.

- Arrancadores estrella-triángulo

Los contactores se sobredimensionarán una talla mayor que la mínima necesaria en AC3, obtenida de los cálculos de solicitaciones eléctricas.

- Arrancadores estáticos

Los arrancadores electrónicos deberán estar desarrollados y clasificados de conformidad con las normas y recomendaciones relativas a los equipos electrónicos de control industrial (IEC, NF C, VDE).

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 17 de 52

Se instalarán siempre con contactor de bypass que se conectará automáticamente cuando finalice la rampa ascendente.

Tendrán que cumplir, como mínimo con las siguientes características:

- Marcado CE. Los arrancadores estarán desarrollados de forma que respeten las recomendaciones básicas de las directivas europeas de Baja Tensión y CEM, marcados con el tipo CE de la Comunidad Europea.
- Compatibilidad electromagnética : será conforme IEC 801-2, nivel 3
- Resistencia a las perturbaciones radioeléctricas: será conforme a IEC 801-3 nivel 3 y EN 55011
- Contaminación ambiental máxima: s/ IEC 664. Grado 3.
- Variadores

Serán aparatos electrónicos convertidores de frecuencia-tensión, con protección electrónica del motor, con posibilidad de recibir consigna de velocidad del autómatas programable o de un potenciómetro. Dispondrán de panel de control.

Se utilizarán equipos con placas o circuitos **“tropicalizados”**, con recubrimiento acrílico para la protección ante riesgos como humedad, polvo, suciedad y contaminantes transportados por el aire.

Las funciones básicas de estos equipos serán las siguientes:

- Control e inversión del sentido de rotación
- Rampas de aceleración y deceleración, ajustables por separado
- Compensación del deslizamiento
- Las protecciones básicas de estos equipos serán:
- Contra cortocircuitos (de fuentes internas, entre fases de salida y entre fases de salida y tierra)
- Contra calentamientos excesivos
- Contra sobretensión
- Contra subtensión
- Cálculo permanente de I²t

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 18 de 52

Respetarán las normas de construcción y ensayo siguientes:

- IEC 664, VDE 0160, IEC 60439-1, VDE 0110.
- Requisitos compatibilidad electromagnética EMC EN50082-2 y EN 55011 Clase 1 A.
- Métodos de ensayo s/normas: IEC 1000-4-2, IEC 1000-4-4, ENV 50410, ENV 50142
- Marcado CE. Los convertidores estarán desarrollados de forma que respeten las recomendaciones básicas de las directivas europeas de Baja Tensión y CEM, marcados con el tipo CE de la Comunidad Europea.
- Contaminación ambiental máxima: S/ IEC 664. Grado 2

Los convertidores de frecuencia se elegirán una talla mayor que la necesaria considerando **carga pesada** (par constante) y una temperatura de trabajo de 50°C.

Responderá además, a las características siguientes:

- Temperatura ambiente -30°C a +50°C
- Bobinas de choque en entrada para garantizar una distorsión armónica menor de 8% en tensión y 34% en intensidad.
- Filtros dV/dt en salida para garantizar <800V/μs
- Tensión de salida: 100% de la tensión de entrada.
- Frecuencia de modulación: 4 a 8 KHz
- Sin reducción de potencia nominal para una frecuencia de modulación de 8 KHz.
- Rendimiento a plena carga mayor del 97%
- Exceso de par: Admitirá como mínimo, un exceso de par del 150% durante un minuto cada 10 minutos.
- Regulador PID integrado en el equipo.
- Protección mínima: IP20.
- Señal de entrada de control: 4 a 20 mA
- Entradas digitales: para control de estado 4 programables

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 19 de 52

- Salidas digitales: para información de estado 2 programables
- Salidas analógicas: 4-20 mA para información 2 programables
- Protección por motor bloqueado: Electrónico programable
- Bus de comunicación: Profibus, Modbus, Devicenet, Ethernet, ControlNet. El bus de comunicación se determinará en cada caso por la Dirección Facultativa.

05. CABLEADO

05.1 GENERALIDADES DE CABLEADO

- El cableado tendrá que seguir fielmente lo que se refleja en la información y planos aprobados.
- En todas las canalizaciones se tendrá que abastecer reserva suficiente de longitud de cables (no se aceptarán recorridos con tensión o sin holgura suficiente).
- Todo tipo de conexiones (a E/S y alimentaciones a PLC's, conectores, etc.), tendrán que tener la suficiente holgura para poderle extraer las tarjetas.
- Se intentará evitar que diferentes tensiones (corriente continua y corriente alterna) pasen por los mismos canales.
- Las conexiones eléctricas y la instalación de conductores se dispondrán de manera que no obstruyan el acceso a los instrumentos ni a las conexiones.
- Todos los cables especiales a suministrar por parte del vendedor de instrumentos los instalará el Fabricante, el cual abastecerá al cuadro con todos los conductos necesarios para el mencionado cableado hasta los bornes o conectores de los instrumentos.
- Las conexiones hechas en los embarrados se harán con bornes apropiados, no está permitido el roscado de pletinas para la conexión eléctrica.
- El cableado dentro de los canales se ordenarán por mazos para poder seguir los conductores en caso de modificaciones.



- Se evitará el paralelismo entre cableados de señales y cableados de potencia.
- La sección del cable en un equipo será la misma tanto en su entrada como en su salida.
- Todas las conexiones deberán estar garantizadas contra el aflojamiento accidental.
- Los medios de conexión (bornes, terminales, etc.) deberán ser adecuados para la sección y la naturaleza del conductor. Para los conductores de aluminio o con aleaciones del mismo, se deberán utilizar terminales o bornas especiales para evitar los problemas de la corrosión electrolítica (terminales bimetálicos). Se utilizarán los terminales adecuados al tipo de borne que se utilice según el punto de conexión; no se admiten, por ejemplo, terminales de punto donde se tenga que poner terminales de tenedor.
- La conexión de 2 o más cables en un mismo borne está prohibida a menos que dicho borne esté diseñado para dicha conexión. Se emplearán terminales o punteras, especialmente en conductores flexibles para su conexión. En el caso de necesidad de conexión de varios cables en una misma borna de un aparato para realizar series en paralelo, es preferible utilizar un único terminal o puntera, adecuado especialmente para diversos conductores, siendo el máximo permitido de 2 cables en una única puntera o terminal de cable. La misma regla rige para las bornas de interconexión.
- Para la conexión de más de dos cables en un único punto se utilizarán bornas especiales o distribuidores específicamente preparados para tal efecto.
- Está prohibida la conexión de más de un solo conductor en una borna en el caso de conductores de protección, debiéndose de conectar un solo conductor en cada borna y conducir todos los conductores de protección a un único punto común de conexión.
- Para el cableado de mando exterior hasta el interior de la envolvente deberán utilizarse obligatoriamente bornas de conexión o combinaciones base-clavija adecuadas.
- Los bornes de interconexión con elementos exteriores de la envolvente deberán separarse en grupos separados según sean circuitos de potencia, circuitos de mando u otros circuitos de mando alimentados



por fuentes externas (enclavamientos). Dichos grupos de bornas pueden ser adyacentes pero deberán estar perfectamente identificados para que cada grupo sea de fácil reconocimiento óptico (se permiten el uso de barreras, colores, tamaños diferentes y marcados específicos)

- Las canales de cableado del interior de la envolvente deben ser de material aislante y se deben de poder acceder preferiblemente desde la parte delantera del armario para poder hacer modificaciones, caso de no ser así, será necesario prever acceso al armario desde la parte posterior mediante puertas o tapas accesibles. Las canales deben prever un espacio libre para reserva del 20% del total de su volumen y en ningún caso superarán un llenado total superior al 90% del volumen útil de la canal.
- Se prohíben los empalmes de cualquier tipo entre conductores dentro de canales o conducciones, debiéndose disponer de bornas para estas conexiones debidamente colocadas fuera de las canales.
- Cuando sea necesario derivar varios cables de un punto dado para su distribución, se utilizarán colectores de barras, bornas puenteables o barras de distribución diseñados para soportar los esfuerzos mecánicos y térmicos de la intensidad de cortocircuito máxima previsible en dicho punto y se dimensionarán en toda su longitud para una intensidad nominal como mínimo igual a la intensidad de corte de la protección contra sobrecargas dispuesta inmediatamente aguas arriba. Dicho colectores se deben disponer en grupos separados cuando existan colectores de mando y de potencia. Se prohíbe el uso común del mismo colector para funciones de protección (tierra) y funciones de neutro.
- El colector de tierras debe ser perfectamente identificable y distinto de cualquier otro colector.
- Todos los colectores de conductores activos deben estar protegidos mediante tapas o cubiertas (aislantes o metálicas puestas a tierra) preferiblemente parciales o bien globales de forma que al abrir el cuadro para funciones de mantenimiento normal, no sea posible tocar ninguna parte activa, garantizándose un grado de protección mínimo IP 2x. Si el acceso a dichos colectores es fácil y habitual, el grado de protección de dichas cubiertas será mínimo IP 4x. En el caso de que no se puedan tapar dichos colectores y estos queden al aire en el interior del armario y el acceso a ellos es fácil mediante operaciones normales de mantenimiento, será obligatorio instalar un dispositivo en el interruptor general de energía de forma que éste se manipule



directamente desde el exterior del armario y de forma que mientras esté conectado (cuadro con tensión) las puertas de dicho armario estén bloqueadas en posición cerradas y que sólo se puedan abrir cuando el interruptor general se encuentre en posición abierto (cuadro sin tensión).

- Para derivar con cables de sección menor desde un colector o distribuidor se utilizarán tramos de cable lo más cortos posible, colocando la protección de cabecera de la derivación lo más cerca posible del punto de distribución. Los cables de derivación se dimensionarán para soportar como mínimo 1,5 veces la intensidad máxima prevista para la protección magnetotérmica.
- Las mallas o cubiertas de los cables apantallados o blindados no podrán ser utilizados bajo ningún concepto como conductores de protección, aunque sí deben estar conectados obligatoriamente a tierra.
- Los bornes utilizados en las regletas de terminales serán como mínimo para cables de 2,5 mm² con tarjeta de identificación. Las regletas se colocarán horizontalmente y/o verticalmente con tapas finales de manera que sean fácilmente accesibles.
- En los extremos de las regletas se colocarán topes para evitar que se puedan mover.
- Todos los regleteros llevarán placas identificativas según se indicará en los planos de cableado.
- Los perfiles de bornes utilizados serán de tipo simétrico, DIN EN 50022 sin perforar, de acero cromatado fijados en las placas de montaje con remaches o tornillos metálicos.
- La sección mínima para los circuitos de potencia será de 2,5 mm².
- La sección mínima para los circuitos auxiliares será de 1,5 mm².
- Las mallas o cubiertas de los cables apantallados o blindados no podrán ser utilizados bajo ningún concepto como conductores de protección, aunque sí deben estar conectados obligatoriamente a tierra.

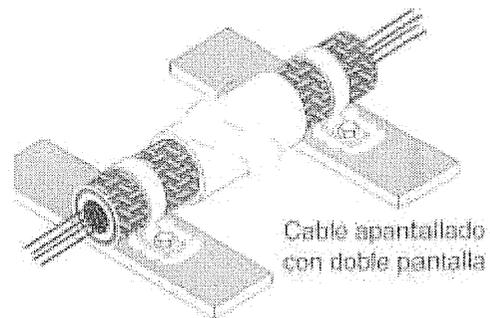
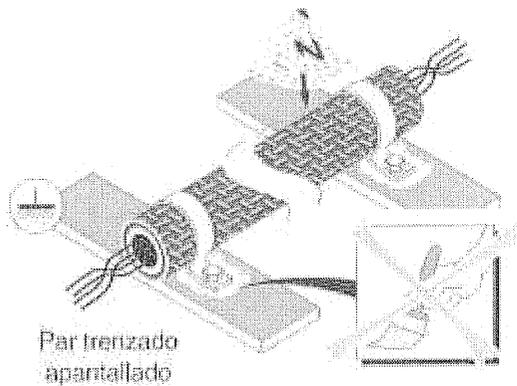


05.2 DISEÑO DE CIRCUITOS DE CONTROL

Cableado de señales analógicas

A la hora de cablear las señales analógicas se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

a) Todas las señales analógicas se cablearán con mangueras apantalladas, con el nº de hilos correspondiente según el tipo de señal, poniendo la malla protectora en conexión a tierra por uno solo de sus extremos, habitualmente el extremo más cercano al punto común de puestas a tierra, siempre y cuando no exista o transcurra cerca de la manguera algún equipo generador de altas frecuencias (superiores a 1 MHz) en cuyo caso es hay que conectar la malla de la manguera de la señal analógica por ambos extremos. Se debe garantizar la continuidad de la malla de protección en todo el recorrido de la manguera. La forma de conexión a tierra de la malla deberá ser preferiblemente mediante abrazadera soportada sobre un plano de masa. Para el caso de señales analógicas sensibles (señales de tensión 0-10V, $\pm 10V$, 0-5V, $\pm 5V$, etc.) es aconsejable utilizar mangueras de pares trenzados.





b) El nº de hilos y secciones mínimas recomendadas a utilizar para la conexión de señales analógicas se detalla a continuación:

Tipo señal	Nº hilos	Secc. min.	Secc. min.	Secc. min.
		dist.<10m	10m < dist.<20m	20m < dist.<50m
4-20 mA / 0-20 mA	2	0,35 mm ²	0,5 mm ²	0,5 mm ²
x/1 A (trafos intensidad)	2	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4 mm ²
x/5 A (trafos intensidad)	2	2,5 mm ²	4 mm ²	6 mm ²
0-10 V / ±10 V	3	1 mm ²	1,5 mm ²	1,5 mm ²
0-5 V / ±5 V / 1-5 V	2	1 mm ²	1,5 mm ²	1,5 mm ²
Termopar	2	0,5 mm ²	1 mm ²	1,5 mm ²
Termosonda Pt100, Ni 1000	3	0,5 mm ²	1,5 mm ²	1,5 mm ²
Pulsos (hasta 40 kHz)	2	0,5 mm ²	1 mm ²	1,5 mm ²

c) No se deben utilizar conexiones de cables de señales analógicas en modo común, debiendo ser todas las conexiones en modo diferencial para facilitar así la compatibilidad electromagnética (C.E.M.).

d) En cualquier caso, en señales de x/1A o x/5A que deban salir fuera del armario del equipo de medida, se utilizarán bornas del tipo seccionables y cortocircuitables especiales para este tipo de señales de medida.

Cableado de señales digitales

A la hora de cablear las señales digitales se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

a) Las señales digitales que funcionen mediante trenes de pulsos de frecuencia superior a 1 KHz tendrán consideración de señales analógicas a la hora de aplicar las reglas de cableado y por lo tanto se seguirán las reglas del apartado anterior.



b) Para el cableado de señales digitales puede utilizar indistintamente cables unifilares o mangueras de varios cables, utilizando preferiblemente conductores de $0,5\text{mm}^2$ de sección mínima y 1mm^2 de sección máxima para el caso de conductores unifilares y de $0,33\text{mm}^2$ de sección mínima y 1mm^2 de sección máxima para el caso de mangueras de varios conductores. Todos los conductores unifilares se instalarán con cubierta de color normalizado AZUL OSCURO para circuitos de señales de corriente continua y ROJO para circuitos de señales de corriente alterna.

c) Se estandariza como tensión de alimentación para circuitos de control la alimentación a **24 V en corriente continua**.

d) Se discriminarán las señales de FALLO de los equipos. Es decir, existirá una entrada digital para cada uno de los posibles fallos del equipo.

05.3 DISEÑO DE CIRCUITOS DE MANDO

a) Para alimentar los circuitos de mando de los conjuntos que dispongan de más de un arrancador de motor y/o más de 2 dispositivos de mando (relés, temporizadores, etc.), deben utilizarse obligatoriamente **transformadores separadores** (con bobinados separados, por lo que no sirven los autotransformadores).

Los transformadores que alimenten circuitos de mando, se sobredimensionarán en, al menos, un **150%** de la potencia de mando instalada, referida a la tensión del secundario de dicho transformador, en previsión de picos de arranque y ampliaciones futuras.

El primario de dichos transformadores se alimentará preferiblemente entre fase y neutro para evitar variaciones de tensión indeseadas y sus efectos imprevisibles de las maniobras ante una falta de fase.

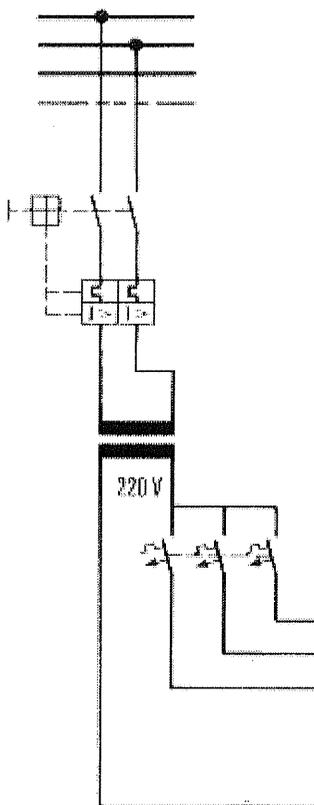
b) Las tensiones de mando de circuitos sin transformador no podrán superar los 400V c.a. Para los circuitos con transformador la tensión nominal no excederá en ningún caso los 230V en la salida del secundario.

El empleo de pequeñas tensiones debe limitarse a casos indispensables de mando y al uso en circuitos de control (circuitos electrónicos de bajo consumo como es el caso de autómatas programables, etc. en los cuales se a estandarizado una tensión de 24V en corriente continua).

c) Los transformadores para alimentar circuitos de mando se protegerán a la entrada mediante protección contra sobrecargas y cortocircuitos con



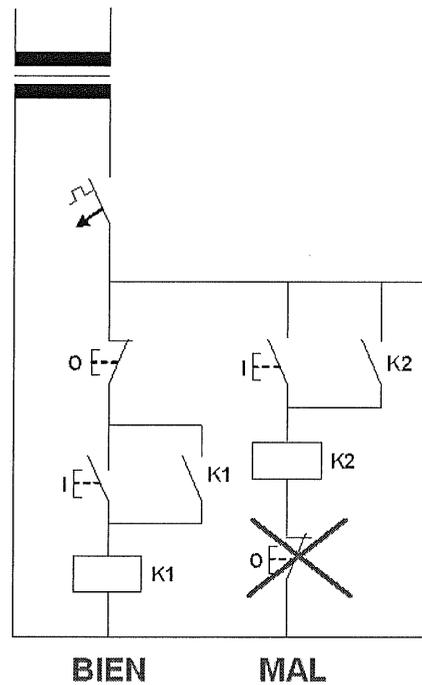
disyuntores ajustados a la intensidad y características del transformador. La protección del secundario del transformador se puede realizar únicamente mediante protección contra cortocircuitos y en una sola de las fases.



*Protección independiente, primaria contra sobrecarga
y cortocircuitos, y secundario contra cortocircuitos*

No es necesaria la instalación de ningún interruptor diferencial en estos circuitos puesto que el reglamento electrotécnico de BT prevé como una de las medidas de protección contra contactos indirectos la instalación precisamente de transformadores separadores. Si se instalarán interruptores diferenciales en el primario del transformador de mando.

Los circuitos de mando deben tener siempre el lado conectado a tierra (punto neutro común) conectado igualmente a todas las bobinas y receptores del circuito de mando, no permitiéndose ninguna interrupción de este circuito.



SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI).

Se instalarán Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI) para los equipos de mando, control, supervisión y de comunicaciones. La función será la de mantener con energía los elementos críticos del sistema o los de recogida de información y comunicación.

Los SAI,s serán **ON LINE** y su capacidad será al menos de **1,5 veces** la potencia máxima de consumo. La duración garantizada no será inferior a los 15 minutos.

La instalación del SAI se realizará preferentemente fuera del cuadro eléctrico en lugar de fácil accesibilidad.

Si las conexiones de entrada y salida del SAI no fueran del mismo tipo, se deberá dejar en la instalación un conversor adecuado para bypassar manualmente el SAI en caso de avería.

Cuando el armario contenga un PLC o electrónica programable, se dispondrá al menos de una base de enchufe F+N+T de 16A, alimentado desde el SAI, para la conexión de ordenadores portátiles o programadoras.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 28 de 52

05.4 DISEÑO DE CIRCUITOS DE POTENCIA

Deberá integrarse en el conjunto obligatoriamente un interruptor general o dispositivo de seccionamiento de todo el conjunto eléctrico para cada fuente externa de alimentación. Igualmente deberá existir un dispositivo de seccionamiento para cada grupo principal de colectores de cables, colectores de barras, distribuidores, conjuntos deslizantes, etc.

En caso de existir varias fuentes de alimentación externa al conjunto se garantizarán los enclavamientos necesarios para mantener las condiciones de seguridad eléctrica y para las personas para evitar cortocircuitos, retornos de tensión indeseados, etc.

Se pondrá especial atención en los inversores de redes automáticos aplicando sistemas de enclavamiento redundantes (sistema eléctrico + sistema mecánico). Dichos seccionadores deberán ser aptos para el seccionamiento en carga, con o sin fusibles y podrán ser sustituidos por combinaciones base-clavija de hasta 16A en conjuntos que no superen los 3 KW.

El seccionador general debe ser accionable desde el exterior de la envolvente (a excepción de tratarse de seccionadores automáticos que no requieran intervención manual directa para su apertura) mediante una palanca de color negro o gris (a excepción de que el seccionador deba tomar la función de parada de emergencia, en cuyo caso será palanca de color rojo sobre base amarilla). Dicho seccionador se debe poder bloquear en posición "abierto" (mediante candado u otros sistemas) tanto si es automático como manual y la posición "bloqueada" no permitirá su accionamiento ni manual ni remoto. Hay que seccionar todos los conductores activos. La maneta de actuación manual debe estar situada entre una altura mínima de 0,6m y máxima de 1,9m del plano de trabajo.

Los únicos circuitos que pueden ser excluidos del sistema de seccionamiento general son los siguientes:

- Circuitos de alumbrado o tomas de corriente que se utilicen exclusivamente para mantenimiento y reparación.
- Circuitos de protección de mínima tensión para la desconexión automática en caso de fallo de alimentación o circuitos de mando para enclavamientos.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 29 de 52

- Circuitos de equipos que para su correcto funcionamiento deban permanecer obligatoriamente bajo tensión (dispositivos de almacenamiento de programas, equipos de emergencia, etc.)

Sin embargo, si se separan dichos circuitos del seccionador general, deberán estar provistos de su propio seccionador individual.

05.5 COMPENSACION DE REACTIVA

El cuadro o armario eléctrico se dimensionará de tal forma que una vez arrancados todos los consumos, con sus correspondientes factores de simultaneidad, el **Coseno de fi** (50Hz) no será inferior a **0,95**.

Si la capacidad de los condensadores es importante, se diseñará una batería de condensadores independiente al cuadro eléctrico con suficientes niveles de regulación para cubrir las cargas pequeñas, sobredimensionados en tensión y con filtros pasivos anti armónicos cuando se esperen armónicos en red.

Las protecciones eléctricas para los condensadores se dimensionarán de acuerdo a la **ITC-BT-48**.

Los condensadores se ubicarán fuera del cuadro eléctrico, salvo que sea una batería de condensadores que irá alojada en su propio armario.

06. ETIQUETADO

Todo elemento instalado en los armarios (trafos, relés, bornes, interruptores, etc.), se identificarán según los planos en el propio elemento instalado.

Todos los textos se grabarán en castellano.

Todos los cables deben ir adecuadamente identificados mediante marcas indelebles e imperdibles y adecuadas para el medio en el que se encuentran.

Dichas marcas deben coincidir exactamente con sus marcas correspondientes en los esquemas técnicos de los circuitos. Igualmente como en las reglas de identificación de los esquemas, se seguirá la regla de identificación equipotencial de conductores mediante un número único.



Cada conductor o grupo de conductores conectados equipotencialmente deberá llevar un número único igual en todo su recorrido y distinto de otras conexiones equipotenciales. Físicamente, dicha marca se pondrá en lugar visible fijada al conductor y cerca de todos y cada uno de los extremos terminales o conexiones.

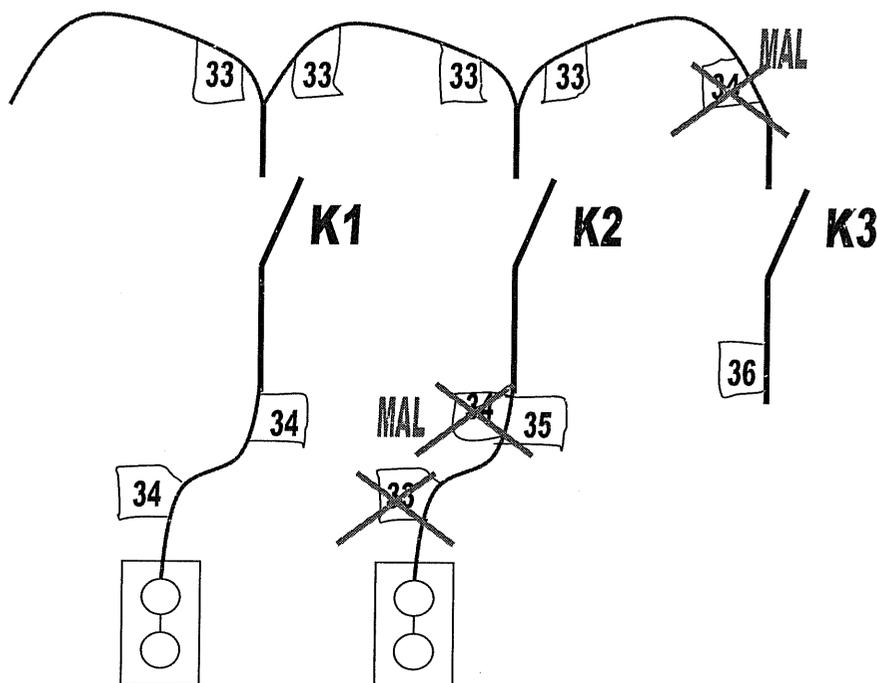
En un mismo armario o grupo de armarios de automatismos no deberá existir bajo ningún concepto dos números iguales en conductores que no estén conectados al mismo potencial.

Todos los conductores se marcarán en sus dos extremos para su identificación.

La numeración de los conductores será correlativo comenzando por el número 1 hasta 'n'.

Los conductores de Neutro del mando podrán identificarse con la letra **N** y los conductores de Fase del mando con la letra **F**.

Los cables de comunes de corriente continua se marcarán con polaridad positiva y negativa.





Para señalar los distintos circuitos se debe utilizar obligatoriamente el siguiente código de colores para los conductores unifilares:

Color	Tipo circuito
Azul Claro	Neutros de circuitos de potencia
Negro	Conductores activos de circuitos de potencia
Rojo	Circuitos de mando en corriente alterna
Azul	Circuitos de mando en corriente continua
Naranja	Circuitos de enclavamiento de mando alimentados desde una fuente externa de energía.
Amarillo/verde	Conductores de protección (tierra)

Excepciones previstas a la norma:

- Mangueras multiconductoras. En este caso deben ir obligatoriamente identificadas mediante marcas en los cables u otros colores.
- Dispositivos individuales con un cableado interno, que son adquiridos como completos.
- Conductores, que por su naturaleza, no disponen de aislante superficial del color normalizado. En este caso se deberá identificar claramente mediante inscripciones indelebles.

06.1 IDENTIFICACION DE ELEMENTOS EN ESQUEMAS

Todos los equipos que componen un equipo de automatismos se identifican mediante una letra (excepcionalmente dos) que identifica su función tomadas de la siguiente tabla seguida de un número:

Ejemplo:

- 1 solo contactor de motor = KM1
- Varios contactores similares (para motor) = KM1, KM2, KM3, etc.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 32 de 52

A	Conjuntos y subconjuntos funcionales de serie	Amplificador de tubos o transistores, amplificador magnético, regulador de velocidad, autómatas programables
B	Transductores de magnitudes eléctricas	Par termoelectrónico, detector termoelectrónico, detector fotoelectrónico, dinamómetro eléctrico, transductores de presión o temperatura, detectores de proximidad.
C	Condensadores	
D	Operadores binarios, dispositivos de temporización y de puesta en memoria	Operadores combinatorios, interruptores de décadas, línea de retardo, relés biestables, relés monoestables, grabador, memoria magnética.
E	Materiales varios	Alumbrado, calefacción, elementos no incluidos en esta tabla
F	Dispositivos de protección	Cortacircuitos fusible, limitador de sobretensión, pararrayos, relé de protección de máxima corriente, relé de protección de umbral de tensión.
G	Generadores, dispositivos de alimentación	Generador, alternador, convertidor rotativo de frecuencia, batería oscilador, oscilador de cuarzo, inversores.
H	Dispositivos de señalización	Piloto luminoso, señalizador acústico, led
K	Relés de automatismos y contactores en general	Relés y contactores. (se utiliza KA y KM en los automatismos importantes)
KA	Relés de automatismos y contactores auxiliares	Contactador auxiliar de temporización, todo tipo de relés
KM	Contactores de potencia	Contactores de motores o resistencias
L	Inductancias	Bobina de inducción, bobina de bloqueo
M	Motores	
N	Subconjuntos que no sean de serie	
P	Instrumentos de medida y de prueba	Aparato indicador, aparato registrador, contador, conmutador horario
Q	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia	Disyuntores magnetotérmicos, seccionadores, interruptores diferenciales, interruptores de potencia, guardamotores.
R	Resistencias	Resistencias regulables, potenciómetro, reostato, shunt, termistancia
S	Aparatos mecánicos de accionamiento manual para conexión de circuitos de control	Auxiliar manual de control, pulsador, interruptor de posición, selector, conmutador
T	Transformadores	Transformador de tensión, transformador de intensidad

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 33 de 52

U	Moduladores y convertidores	Convertidores de frecuencia, variadores de velocidad electrónicos, discriminador, demodulador, codificador, convertidor-rectificador, ondulator autónomo
V	Tubos electrónicos semiconductores	Tubo de vacío, tubo de gas, tubo de descarga (ej.: neón), lámparas de descarga, diodo, transistor, tiristor, rectificador.
W	Vías de transmisión, guías de ondas, antenas	Tirante (conductor de reenvío), cable, juego de barras
X	Regleteros de bornas, clavijas, zócalos	Clavija y toma de conexión, clips, clavija de prueba, regletero de bornas, salida de soldadura
Y	Aparatos mecánicos accionados eléctricamente	Electrofreno, embrague, electroválvula, electroimán
Z	Cargas correctivas, transformadores diferenciales, filtros correctores, limitadores	Equilibrador, corrector, filtro

Todo elemento instalado en los armarios (trafos, relés, bornes, interruptores, etc.), se identificarán según los planos y la nomenclatura anterior.

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

Numeración de bornes. En cada grupo de bornes, la numeración es creciente de izquierda a derecha o de arriba abajo desde 1 hasta 'n'. Por norma, no se debe referenciar la borne con el mismo número que el hilo conectado en ella (a menos que coincidan por circunstancias de la serie de numeración de los hilos).

Ejemplo:

Regletero X1: nº de bornas = 1,2,3,4,5,6,7,8,.... n

Regletero X2: nº de bornas = 1,2,3,4,5,6,7,8,.... n

Referencias cruzadas. El esquema eléctrico indicará la referencia cruzada del dispositivo accionador correspondiente, compuesta por "Nº hoja. Columna" (Por ejemplo para un contacto de un relé será el "Nº hoja. Columna" en el que se encuentra la bobina del relé asociado).

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 34 de 52

07. FUNCIONALIDAD

07.1 CRITERIOS DE FUNCIONAMIENTO

Como norma general, y salvo indicación expresa, existirán tres (3) modos de funcionamiento, denominados:

- **MANUAL.**

En este modo de funcionamiento, se permitirá realizar accionamientos sin respetar las secuencias definidas para el proceso.

La operación en modo manual se realizará únicamente por personal cualificado, y exclusivamente mediante selectores y pulsadores manuales, situados en el cuadro o armario eléctrico.

Este modo de funcionamiento se implementará mediante lógica cableada.

- **SEMIAUTOMÁTICO** (no obligatorio en todos los casos)

Se admiten secuencias, con dependencia mínima o nula del PLC.

El accionamiento de dichas secuencias, será realizado por un operario cualificado.

Este modo de funcionamiento se podrá implementar mediante lógica cableada o programada.

- **AUTOMÁTICO**

En modo automático, el sistema será capaz de operar de forma autónoma, sin necesidad de intervención de ningún operario. Para ello, será capaz de realizar un muestreo de las variables del sistema, mediante lectura de señales de campo, y activar las salidas correspondientes, iniciando las acciones que en cada momento se requieran.

Este modo de funcionamiento se implementará en lógica programada, y permitirá que el sistema se opere de forma local o remota.

El acceso a los diferentes modos de funcionamiento se realizará mediante un (1) único selector de tres posiciones **M-S-A** para cada servicio homogéneo.

Si no existe el funcionamiento semiautomático, el selector será **M-A** (Manual – Automático).

En los bombeos se instalará un único selector en el cuadro de mando para todo el funcionamiento de la elevación.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 35 de 52

El paso de una posición de selector a otra, supondrá OBLIGATORIAMENTE una parada controlada del sistema.

Si la maniobra se pudiera realizar de forma remota, se instalará en el armario otro único selector con dos posiciones L-R (Local – Remoto). Se entiende por maniobra remota, toda aquella que tenga su órgano de mando fuera del armario (Scadas, GSM, Telemandos, etc)

La maniobra remota igualmente podrá ser: Manual, Semiautomática o Automática.

Cada equipo o elemento del armario dispondrá, además de su pulsantería de maniobra, de un interruptor de corte individual. Cuando la *máquina* sea *accesible*, este elemento de corte de maniobra en el armario se sustituirá por un pulsador de emergencia con enclavamiento a pie de máquina. Si se acciona el pulsador de emergencia remoto el armario señalará FALLO en ese equipo.

07.2 LOGICA CABLEADA

El modo de funcionamiento manual se realizará mediante lógica cableada. En éste modo de funcionamiento, únicamente permanecerán activos las protecciones eléctricas, no actuando los enclavamientos de cualquier tipo salvo los mecánicos y eléctricos.

La lógica de control en modo manual será independiente de cualquier dispositivo de control programable, tales como Autómatas Programables, Variadores de Frecuencia, Paneles de Operador, etc.

La operación en modo manual se realizará exclusivamente mediante selectores y pulsadores manuales.

07.3 LOGICA PROGRAMADA

En el modo de funcionamiento automático el control del sistema se realizará mediante lógica programada.

La lógica programada descargará preferentemente sobre los autómatas programables y salvo justificación los ordenadores no realizarán nunca esta función.

En este modo de funcionamiento, el sistema operará de forma autónoma, no siendo imprescindible la acción de ningún operario.

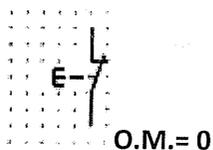


07.4 ROTURA DE HILO

Deben diseñarse los circuitos de maniobra de tal forma que sea imposible el accionamiento o puesta en marcha imprevista de una máquina debido a la ruptura de un cable de los circuitos de puesta en marcha, así como el caso contrario, se debe garantizar la parada en condiciones de seguridad de la máquina (siempre que esto no suponga un peligro mayor para la seguridad que su funcionamiento) en caso de ruptura de los cables del circuito de parada. Se deben garantizar los enclavamientos necesarios para que no se pierdan las condiciones de seguridad en la máquina tanto en las paradas como en los arranques y funcionamiento normal.

¿ La seguridad en la máquina es mayor cuando está parada que cuando está funcionando ?

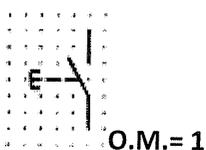
ORDEN DE MARCHA



O.M.= 0

NO PERMITIDO

En caso de ruptura del circuito se produciría la marcha incontrolada de la máquina

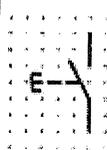


O.M.= 1

PERMITIDO

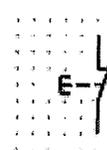
En caso de ruptura del circuito se mantienen las condiciones de seguridad

ORDEN DE PARO



NO PERMITIDO

En caso de ruptura del circuito no se podría detener la máquina



PERMITIDO

En caso de ruptura del circuito se para la máquina, manteniendo las condiciones de seguridad.

Solo se admitirán los circuitos "No permitidos" en el caso de que las condiciones de paro de la máquina atenten contra la seguridad, siendo más seguro el funcionamiento que la parada. En estos casos se garantizarán protecciones extraordinarias e incluso circuitos redundantes para evitar la pérdida de control de las funciones de la máquina.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 37 de 52

07.5 SEÑALIZACIÓN

La simbología a utilizar en la señalización de dichos aparatos eléctricos, y siguiendo tanto la norma DIN 30 600 como la ISO R 369, será la que sigue:

Símbolo de conexión:	
Símbolo de desconexión:	○

El pulsador de conexión o marcha, en concordancia con lo anteriormente expresado, será de color verde con el correspondiente símbolo de conexión en negro.

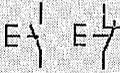
El pulsador de desconexión o paro será de color rojo con el correspondiente símbolo de desconexión en blanco.

Será necesario asimismo que, para evitar confusiones, se coloque un texto indicador al lado de cada pulsador con la leyenda respectiva, "CONEXIÓN/MARCHA" o "DESCONEXIÓN/PARO".

El pulsador de Paro de Emergencia será de color rojo con el correspondiente símbolo de desconexión o paro en amarillo y incluyendo el texto "PARO EMERGENCIA" en el mismo pulsador.

Los elementos de medida y control, se situarán de manera que sean visibles y accesibles sin necesidad de acceder al interior del cuadro.

COLORES PARA PULSADORES DE MANDO



 Parada, Desconexión Parada de Emergencia	 Intervención Mando para evitar condición anormal	 Arranque a partir de estado seguro
 Mando Forzoso Desenclavamiento	 Apertura Cualquier función	 Cierre Cualquier función

COLORES PARA LUMINOSOS DE SEÑALIZACIÓN



 Peligro Alarma de actuación de una Protección	 Precaución Sobre-carga-presión o temperatura	 Maquina lista para arrancar. Control automático.
 Mando a Distancia Conmutar a Avance o Ajuste	 Motor girando. En Servicio.	

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 38 de 52

Ejemplos:

Válvula motorizada:

- Tres pulsadores (APERTURA/CIERRE/PARO)
- TRES indicadores luminosos:
 - VÁLVULA ABIERTA: COLOR VERDE
 - VÁLVULA CERRADA: COLOR VERDE
 - VÁLVULA ABRIENDO/CERRANDO: VERDE INTERMITENTE
 - FALLO/PARO: COLOR ROJO

Motor:

- Dos pulsadores (MARCHA/PARO)
- Dos indicadores luminosos:
 - MOTOR EN MARCHA: COLOR VERDE
 - FALLO: COLOR ROJO

Pulsador Test. Si el cuadro o armario incorpora pulsadores o indicadores luminosos, dispondrá al menos de un pulsador de Test de lámparas de color amarillo.

08. ENSAYOS Y PRUEBAS

Según la norma EN 60439-1 los ensayos del conjunto se clasifican en dos:

Ensayos tipo, los cuales se deben efectuar sobre una muestra del conjunto o sobre una parte del mismo fabricadas de acuerdo con el mismo diseño o semejante. Estos ensayos comprenden la verificación de los límites de calentamiento, propiedades dieléctricas, resistencias a los cortocircuitos, eficacia del circuito de protección, distancias de aislamiento y líneas de fuga, verificación del funcionamiento mecánico y verificación del grado de protección. Estos ensayos no es necesario realizarlos de nuevo cuando se modifican partes del conjunto siempre y cuando no se modifiquen sustancialmente las características del conjunto. Normalmente, los ensayos tipo son realizados individualmente por el propio fabricante del material constituyente del conjunto, por lo que a nivel del "cuadrista" o montador será suficiente con aportar las certificaciones pertinentes del fabricante conforme demuestran que el material constructivo ha sido

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 39 de 52

certificado, por lo cual debemos asegurarnos de montar siempre aparellaje, soportes, aisladores, cables, o sea cual sea, pero siempre debidamente certificado conforme a sido ensayado.

Ensayos individuales. Estos ensayos están destinados a detectar defectos de fabricación en el material montado o defectos de montaje y/o funcionamiento del conjunto. TODOS los conjuntos montados a partir de componentes normalizados por el fabricante, que sean construidos en talleres fuera del propio fabricante del aparellaje, por talleres "cuadristas" o montadores deberán someterse obligatoriamente a los ensayos individuales. Dichos ensayos individuales comprenden las siguientes pruebas:

- Inspección del conjunto que comprende la revisión del cableado y si es necesario un ensayo de funcionamiento eléctrico. (apartado 8.3.1 de la norma EN 60439-1)
- Un ensayo dieléctrico. (apartado 8.3.2)
- Una verificación de las medidas de protección y de la continuidad eléctrica del circuito de protección. (apartado 8.3.3)

(En la siguiente tabla se muestran al detalle los ensayos individuales a realizar)

Todos los conjuntos de aparamenta de baja tensión, conformes a un tipo o sistema establecidos sin desviarse de él de una manera que pueda influir notablemente a las prestaciones con relación al conjunto tipo que ha sido verificado en fábrica, se denominan "conjuntos serie" (CS) y todos aquellos que combinan partes ensayadas en fábrica mediante ensayos tipo y partes sin ensayos tipo se denominan "conjuntos derivados de serie" (CDS). Cada uno de estos conjuntos deberán someterse a ensayos distintos y/o complementarios según la siguiente tabla:

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 40 de 52

Características a verificar	Apartado de la norma EN 60439-1	CS	CDS
Cableado, funcionamiento eléctrico y ensamble físico.	8.3.1	Se debe verificar la eficacia de los elementos mecánicos de mando, enclavamientos, cerraduras, etc. Los conductores se verificarán para asegurar su correcta colocación, se verificará igualmente el correcto montaje de los aparatos. Una inspección visual es necesaria para verificar el grado de protección, las distancias de aislamiento y si las líneas de fuga son respetadas. Se comprobarán al azar algunas conexiones para verificar su correcto apriete. También deberán verificarse las marcas del cableado y de los aparatos para que correspondan con los esquemas y documentación del conjunto. Según la complejidad del conjunto, puede ser necesario realizar pruebas eléctricas de los circuitos. Dichas pruebas pueden ser parciales o totales en función de la complejidad del sistema, pudiéndose incluso completar durante la puesta en marcha del conjunto en su ubicación definitiva del sistema de conjuntos o máquinas con todos sus elementos definitivamente conectados.	
Aislamiento (ensayo dieléctrico)	8.3.2	Debe aplicarse durante 1 segundo una tensión de 2 veces la tensión asignada de aislamiento por el fabricante, con una forma de onda senoidal de entre 45 y 62 Hz. Los ensayos se realizarán cerrando los interruptores de todos los circuitos de potencia y desconectando previamente todos aquellos aparatos "delicados" o electrónicos cuya tensión de aislamiento sea muy inferior a la del resto del circuito. Dichos ensayos se deben realizar entre las partes activas y el chasis.	
Medidas de protección	8.3.3	Verificación de las protecciones contra contactos directos e indirectos. Se verificarán los circuitos de protección, su continuidad y el contacto satisfactorio de las conexiones tomando algunas al azar.	
Resistencias de aislamiento	8.3.4	--	Además del ensayo dieléctrico de los CS se debe realizar la verificación de la resistencia dieléctrica con un aparato medidor de aislamiento, con una tensión mínima de 500V. En este caso se considera satisfactorio si el resultado es como mínimo de 1000 ohmios por voltio en cada circuito, referido a su tensión nominal con respecto a tierra.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 41 de 52

Nota: En este cuadro se han omitido las verificaciones "tipo" de la norma a las que deben someter los aparatos sus propios fabricantes. Se expresan únicamente las verificaciones a realizar por el "cuadrista" o montador de los conjuntos eléctricos.

De todas las verificaciones realizadas, el taller cuadrista o montador del conjunto deberá emitir un certificado conforme dichas pruebas han sido realizadas, indicando el nivel y tipo de comprobación. Los originales de este documentos se tienen que adjuntar en la documentación **As-Built** que hay que entregar una vez finalizada la obra.

El armario tendrá que montarse con todos sus módulos y zócalos, en el supuesto de que haya más de un módulo, y cableado totalmente. Después de realizar las pruebas de funcionamiento, el armario tendrá que dividirse, si es preciso, en unidades de transporte. Los cables de interconexión se desconectarán en sus extremos y quedarán enrollados y marcados para su posterior conexionado en obra.

Pruebas en obra. Una vez en obra el armario se comprobará:

- La limpieza del cuadro, acabados de pintura, ausencia de cuerpos extraños y de conexiones sueltas.
- Verificación de los enclavamientos mecánicos/manuales de los interruptores.
- Comprobación del correcto funcionamiento de diferenciales y automáticos.
- Comprobación y registro de la distribución de alimentaciones para detectar una posible mezcla de alimentaciones, y la correcta polaridad en la alimentación de equipos electrónicos y en sus entradas salidas.
- Comprobación de la continuidad de todos los circuitos eléctricos y de tierra.
- Se comprobarán todos los circuitos, completos o en parte, de las alarmas para verificar su operatividad.
- Realización de los ensayos y verificaciones de las calibraciones y regulaciones de los relés de protección térmica de acuerdo con el Proyecto. Comprobación de la correcta actuación del selector Local / Remoto.
- Realización de las Pruebas de Simulación de Funcionamiento, realización de las maniobras de cierre/apertura de los interruptores, verificación de los enclavamientos y bloqueos tanto eléctricos como propios del proceso si los hubiere, comprobación de la correcta señalización del estado/posición de cada equipo, simulación de la actuación de las protecciones para comprobar su funcionamiento de acuerdo con los umbrales seleccionados todo ello ejecutado tanto localmente como remotamente si está previsto su telemando.
- Verificación del marcado e identificado de los cables en ambos extremos.
- Verificación del apriete de los tornillos de forma sensitiva (es conveniente marcarlos con rotulador a medida que la verificación es positiva).
- Prueba de funcionamiento eléctrico.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 42 de 52

09. ARMARIOS ESPECIALES

09.1 ARMARIOS PARA ALUMBRADO EXTERIOR

Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, cuando existan, partirán desde un cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen.

Los armarios para protección, medida o control de alumbrados exteriores se fabricarán según la **ITC-BT-09**.

La envolvente del cuadro, proporcionará un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102 y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2m y 0,3 m. Los elementos de medidas estarán situados en un módulo independiente.

Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

09.2 CUADROS PARA INSTALACIONES PROVISIONALES Y TEMPORALES DE OBRAS

Estos cuadros se fabricarán según la **ITC-BT-33** y cumpliendo con la UNE 60439-4.

09.3 CUADROS PARA ALUMBRADO DE CENTROS DE TRANSFORMACION

El alumbrado interior en los centros de transformación se realizará conectándose aguas arriba del interruptor de corte omnipolar del CT, es decir en bornas de BT del transformador. Para ello las protecciones eléctricas y las secciones de los conductores se calcularán para el poder de cortocircuito del transformador instalado.

09.4 CENTROS DE CONTROL DE MOTORES (CCM)

Los Centros de Control de Motores "CCM" serán de tipo extraíble y estarán formados por secciones verticales autosoportadas, estructuralmente independientes entre sí, pero acopladas mecánica y eléctricamente, siendo un sistema unitario de fácil manejo en el sitio y siendo posible la adición de secciones

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 43 de 52

verticales en ambos extremos; diseñado para poder realizar adaptaciones para futuras ampliaciones.

Los CCMs se fabricarán estancos, para instalación interior, con grado de protección IP-54 de acuerdo con la norma IEC.

Las gavetas serán extraíbles, tendrán prueba en blanco y alojarán de manera general, interruptor magnético, contactor, relé térmico, fusibles y relés auxiliares para mando a distancia, para señalización de posición y para transmisión de alarmas al sistema de control de las salidas a motor. Para las unidades que alimenten a transformadores u otros equipos con control propio local contarán con interruptores magneto-térmicos en unidades separadas.

Los contactores serán de ruptura al aire, compactos, categoría de servicio AC-3 y con capacidades adecuadas a su carga. Llevará equipo de protección y localización de defectos a tierra.

Cada celda dispondrá de un enclavamiento mecánico que impida abrir la puesta a tierra cuando el interruptor se encuentre cerrado, igualmente se impedirá el cierre del interruptor cuando la puesta de la unidad esté abierta. En la posición de prueba el circuito de potencia quedará siempre desconectado y sin tensión, el circuito de control se podrá maniobrar a los efectos de pruebas.

Los Centros de Control de Motores se deberán diseñar para una intensidad de cortocircuito apropiada y estarán dotados de resistencias de caldeo para anticondensación de humedad controladas por el correspondiente termostato.

A partir 25 kW se considerará una salida para las resistencias de calefacción de los motores a través de un contacto auxiliar del contactor.

La tensión de mando será obtenida por medio de un transformador para cada unidad de celda. Los arrancanques y maniobra de los motores serán de los siguientes tipos.

- Arrancadores de tipo normal Incorporarán interruptor automático de caja moldeada con protección magnética, contactor, relé térmico diferencial de sobrecarga, relé de alarma y relés auxiliares de mando local y distancia y mando en pruebas, botonera para mando local, y pilotos de señalización de posición.
- Arrancador con inversión de giro, Incorporarán un juego de contactores y pulsadores cableados y conectados de tal forma que permitan accionar el motor asociado en los dos sentidos de giro, contarán con los enclavamientos de seguridad típicos y con relé de alarma.
- Arrancadores estáticos progresivos Se instalarán en aquellos motores de potencia nominal superior a 5 kW que no funcionan mediante variador de

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 44 de 52

frecuencia. Se permitirá el arranque directo siempre que se justifique técnicamente con un estudio sobre perturbaciones sobre la red y otros equipos.

- Variadores de frecuencia, Todos los motores eléctricos que por proceso lo requieran.
- Alimentadores, Incluirán un interruptor automático magnetotérmico de calibre adecuado a la intensidad demandada.

Por otra parte los elementos principales de las gavetas son los siguientes:

- Interruptores automáticos: tripolares, de ruptura al aire, de ejecución fija, mando manual, operables desde el frente de la gaveta con la puerta siempre cerrada. Llevarán señalizada claramente la posición que ocupa el interruptor, abierto, cerrado o disparado. La protección magnética deberá poder ser regulada y temporizada para que no actúe durante la corriente pico de arranque de los equipos que alimenten. El tiempo inverso del interruptor se suministrará para regular al 250 % de la intensidad de plena carga del motor, correspondiente a un disparo por protección instantánea al 100 % de la intensidad nominal. Todos los interruptores de distribución deberán tener el mismo poder de corte que el/los interruptor/es de cabecera.
- Contactores: serán del tipo compacto, trifásicos de ruptura al aire, antichoque, y aptos para servicio duro.
- La tensión de alimentación de la bobina será 110 voltios corriente alterna, y deberán actuar siempre con las máximas garantías dentro de los siguientes límites:
 - Conexión 75% y 110% de la tensión nominal.
 - Desconexión 60% y 45% de la tensión nominal.
- Relés térmicos: serán diferenciales, con compensación ambiental, con rearme manual desde el frente de la gaveta, tendrá dos contactos auxiliares conmutados para señalización exterior y bloqueo de la bobina del contactor.
- Transformadores de control: serán de 110 Vca y 50 Hz, protegidos con fusibles en el primario y uno en el secundario. Están dimensionados para funcionar permanentemente a 1,1 veces la tensión nominal, y con la potencia adecuada en la bobina del contactor correspondiente incluso para soportar sin daño la potencia aparente de punta del momento de cierre del contactor.
- Relés auxiliares: serán encapsulados, de actuación rápida, con al menos dos contactos conmutados y de adecuada capacidad de ruptura incluso para las corrientes capacitivas que pudieran presentarse.

Las características generales de diseño serán.

- Tensión de empleo 440 V ó 690 V, según sea el caso
- Tensión de aislamiento:..... 1000 V
- Corriente nominal asignada (barras horizontales).. 125 a 5000 A



- Corriente nominal asignada (barras verticales) 125 a 5000 A
- Capacidad frente a cortocircuito (1 s)..... 15 a 75 kA eff
- Capacidad frente a cortocircuito (cresta)..... 30 a 110 kA
- Frecuencia..... 50 Hz

Otras características (en condiciones ambientales):

- Temperatura: máxima 45º C, media 35º C
- Humedad relativa: máxima 85 % a 40º C

Estructura. La estructura y base de los CCM's estará fabricada en lámina de acero calibre 14 y 12 respectivamente, mientras que las puertas y divisiones de las unidades de control estarán fabricadas en láminas de acero calibre 16 y 14.

Los CCM's incluirán los medios apropiados de izamiento que permitan su manejo en el sitio.

Embarrados. Los CCM's estarán equipados con embarrado principal horizontal, trifásico, 3 hilos, fabricado en cobre electrolítico de alta pureza con la sección transversal equivalente para conducir la intensidad necesaria para la alimentación de los equipos, de acuerdo con las recomendaciones de la IEC.

Este embarrado estará instalado horizontalmente en la parte superior del cuadro y cerrado por un tabique de separación que lo independice del resto de las columnas.

Además, estará instalado en todo la longitud del conjunto ensamblado dispuesto sobre aisladores dimensionados y espaciados adecuadamente, garantizando así mayor resistencia a los esfuerzos electrodinámicos causados por la corriente de cortocircuito del sistema.

Los extremos de los embarrados estarán taladrados y debidamente preparados para realizar los empalmes de las distintas unidades a ensamblar ó futuras ampliaciones, sin necesidad de desmontar las pletinas de cobre, mediante piezas de adaptación que se suministrarán.

El embarrado vertical será de cobre electrolítico de alta pureza, con la sección transversal adecuada para conducir la corriente de carga total instalada en cada sección. Estos embarrados verticales se derivaran del embarrado principal horizontal y pasarán por la parte posterior de las unidades extraíbles para que puedan enganchar los enchufes de fuerza.

Todos sus puntos de conexión serán plateados.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 46 de 52

Formado por un conjunto independiente de la estructura, irá montado en un chasis al que se sujetan las piezas aislantes que soportan el embarrado. Este estará constituido por pletinas de cantos redondeados de fabricación especial.

Sobre dichas pletinas se conectarán los enchufes de fuerza de las unidades extraíbles.

En este mismo chasis se montarán las pletinas de salida individuales de cada unidades extraíbles, sobre las que conectan las piezas de salida del mismo. A estas pletinas y mediante cables se unirán las bornes terminales, que serán accesibles por el frontal en el compartimiento vertical, donde se conectarán los cables de potencia exteriores

Horizontalmente, a lo largo de cada CCM, estará instalada una barra de neutro fabricada en cobre electrolítico de alta pureza, con la sección transversal adecuada para soportar los esfuerzos ocasionados por la corriente de cortocircuito asociada al sistema.

Adicionalmente toda la estructura de los CCM's estará provista de puesta a tierra mediante una barra de cobre ubicada a lo largo de los CCM'. En los extremos se ubican puntos de fijación para conectar los cables que hacen la conexión con la malla de tierra del usuario.

De dicha barra de tierra se conectarán barras verticales que pasarán por los módulos verticales de cables para conectar la masa de las maquinas alimentadas por esa sección.

Compartimento de Barras. En este compartimiento se instalarán los embarrados descritos en el apartado anterior

Módulo vertical de cables. Cada sección vertical estará provista de un compartimiento lateral derecho para salida de cables de potencia y control hacia los motores por la parte inferior del modulo vertical, dicho modulo tendrá una puerta independiente.

Cada uno de estos compartimentos ó módulos verticales laterales estará provisto de elementos de fijación y/o amarre de cables ubicados en forma regularmente espaciada a lo largo del compartimiento.

En el módulo vertical lateral de cables se ubicarán los conectores de fuerza adecuados para la salida al motor respectivo.

Llevará una pletina dispuesta en sentido vertical entre la bandeja de cables y las bornes de fuerza que recogerán los hilos para la protección de puesta a tierra.

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 47 de 52

Este compartimiento estará preparado para situar en el eventualmente los transformadores toroidales para la protección diferencial.

Compartimentos para unidades extraíbles. Los compartimentos para las unidades extraíbles estarán separadas mediante láminas, quedando independientes y rígidos.

Cada compartimiento contendrá:

- Los enchufes para los cables de control (parte fija). Estos enchufes estarán ubicados en la parte delantera de la base del compartimiento, permitiendo un fácil acceso de los cables de control.
- Persianas ("Shutters") que bajaran automáticamente cuando se desconectan los enchufes de fuerza impidiendo el acceso a partes vivas al ser extraída la unidad.
- Las puertas, estarán sujetas a la estructura principal de la sección vertical respectiva.

Los compartimentos serán identificados por placas acrílicas en letras blancas con fondo negro, atornilladas a la puerta, con su leyenda correspondiente.

Unidades extraíbles. Cada unidad extraíble constará de:

- Una unidad extraíble contendrá los elementos de mando, protección y señalización.
- Los enchufes para la entrada y salida de fuerza en los cuales, por su diseño especial para CCM extraíble, la presión de enganche es completamente independiente de cualquier calentamiento, asegurando un excelente contacto.
- Los enchufes para los cables de control (parte móvil).

Estas unidades tendrán los siguientes enclavamientos:

- La manija de operación del interruptor permitirá su enclavamiento con la puerta, impidiendo la apertura de ésta con el interruptor cerrado. Se podrá bloquear adicionalmente hasta con tres candados.
- El enclavamiento puede ser obviado por personal entrenado mediante la utilización de una herramienta sencilla (destornillador).

La unidad extraíble tendrá 3 posiciones claramente definidas, dotados de un sistema de extracción progresivo, con el fin de evitar maniobras bruscas que pudieran dañar los conectores de fuerza y control:

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 48 de 52

- Posición de servicio: Los enchufes de fuerza y control estarán conectados, permitiéndose la operación normal de los equipos.
- Posición de prueba: Los contactos de fuerza estarán desconectados, permitiéndose el libre accionamiento del mando y control sin producirse ninguna salida de fuerza. Los enchufes de control permanecerán conectados.
- Posición fuera de servicio: Los enchufes de fuerza y control quedarán completamente desconectados. La unidad de control puede ser extraída.

El paso de una posición a otra se logrará mediante la operación de un sistema de guía central, el cual permite una perfecta alineación de los enchufes de control y potencia. Este sistema de guía central se accionará con una palanca diseñada para tal efecto.

Las unidades extraíbles serán calculadas de acuerdo con los consumos de los equipos que han de alimentar.

Transformador de control. En cada unidad con arrancador se instalará un transformador de control, de la capacidad adecuada, debidamente protegido con fusibles.

En cada unidad extraíble se instalará un transformador de control con la capacidad adecuada para el control de los arrancadores, dando protección apropiada en la posición de prueba. Cada transformador de control será protegido por fusibles en el lado del primario y en el lado del secundario.

10. DOCUMENTACION

10.1 PLACA IDENTIFICATIVA

El conjunto eléctrico, una vez instalado, deberá estar provisto de una o varias placas marcadas de forma duradera y dispuesta en un lugar visible y legible con la siguiente información:

- a) El nombre del fabricante o su marca de fábrica (el fabricante se considera como la organización que toma la responsabilidad del conjunto terminado)
- b) La designación de tipo, número o cualquier otro número que permita obtener del fabricante las características correspondientes.
- c) La inscripción de la norma CEI 439-1



- d) La naturaleza de la corriente (y frecuencia en caso de corriente alterna) y régimen de neutro previstos para el conjunto.
- e) Las tensiones asignadas de empleo.
- f) Las tensiones asignadas de aislamiento.
- g) Las tensiones asignadas de los circuitos de mando o auxiliares (si ha lugar)
- h) Los límites de funcionamiento.
- i) La intensidad asignada
- j) La intensidad máxima de cortocircuito.
- k) El grado de protección IP
- l) Las condiciones de empleo, cuando difieran de las normales (temperatura, presión, contaminación, etc.)
- m) Las dimensiones (altura x anchura x profundidad)
- n) El peso

Talleres electricos J.E.I.
ref: 161167-1 EN 439-1
Tension nominal = 3x380/220V ±10% (50 Hz)
Tension de aislamiento = 1.000 V
Tension circuitos auxiliares = 24 V DC
Intensidad nominal = 600 A I. max. admisible = 800 A
Intensidad de cortocircuito maximo = 25 kA
IP 55 Temp. min. = -20°C / Temp. max. = 40°C
medidas (mm): 2.000 x 1.200 x 400
Peso: 556 Kg.

Placa ejemplo de marcado según norma EN 60439-1 parte 5.1

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 50 de 52

10.2 DOCUMENTACIÓN A SUMINISTRAR

- a) Una clara y comprensible descripción del conjunto, características, medidas, sistemas de montaje y de conexión a las fuentes de alimentación eléctrica, requisitos de los suministros eléctricos, etc.
- b) Información sobre los límites del entorno físico; vibraciones, ambiente, alumbrado, temperatura, contaminación, niveles de ruido, etc.
- c) Los diagramas de funcionamiento básico del equipo (si son necesarios)
- d) El diagrama funcional y constructivo del equipo (si es necesario)
- e) Los esquemas de todos los circuitos del conjunto, representados de forma clara y comprensible con simbología normalizada. Se prefiere el uso de esquemas desarrollados a los unifilares cuando la complejidad de los circuitos así lo requiera.
- f) Información sobre la programación, secuencia de operaciones, frecuencia de las inspecciones, frecuencia y método de los ensayos funcionales, guía para los ajustes de los equipos constituyentes, lista de partes y piezas para recambios, etc.
- g) Particularmente para las máquinas, una descripción completa de los diagramas de interconexión, enclavamientos, protecciones correspondientes a los movimientos de la máquina, etc.
- h) Una descripción de las operaciones especiales (si son necesarias) y los medios existentes cuando sea necesario suspender la protección (por ejemplo mantenimiento en casos de operación manual suspendiendo procesos automáticos en casos peligrosos en las máquinas).

Representación de la documentación. Para diagramas de funciones se seguirá lo dispuesto en las normas CEI 61082 y todos los símbolos gráficos utilizados en los esquemas seguirán la norma CEI 60617. No es necesario incluir leyendas de simbología en la documentación puesto que se sigue una norma Europea de obligado cumplimiento y conocida por todos los países integrantes, a menos que se utilice algún símbolo por razones de inexistencia en la norma o de mayor clarificación (aun en este caso se ajustarán en la medida de lo posible a lo dispuesto en la norma).

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 51 de 52

11. NORMATIVA

En caso de error u omisión se atenderá a lo dispuesto en la siguiente normativa:

REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSION

IEC 60269 – *Fusibles de baja tensión.*

IEC 60364 – *Instalaciones eléctricas en edificios.*

IEC 60417 – *Símbolos gráficos utilizables en el material. Índice, relación y compilación de las hojas individuales.*

IEC 60439, UNE 60439 – *Conjuntos de aparata de baja tensión.*

IEC 60445 - *Principios fundamentales y de seguridad para la interfaz hombre-máquina, el marcado y la identificación. Identificación de los bornes de equipos y de los terminales de ciertos conductores designados, y reglas generales para un sistema alfanumérico.*

IEC 60446 – *Identificación de los conductores mediante colores o mediante números.*

IEC 60447 – *Normalización del sentido de movimiento de los elementos de maniobra de los aparatos eléctricos.*

IEC 60529, UNE 20324 – *Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).*

IEC 60617 – *Símbolos gráficos empleados en diagramas.*

IEC 60664 – *Coordinación de aislamiento de los materiales en los sistemas (redes) de baja tensión.*

IEC 60750 – *Señalización de identificación del material en electrotecnia.*

IEC 60890 – *Método para la determinación por extrapolación del calentamiento de los conjuntos de aparata de baja tensión derivados de serie (CDS).*

IEC 60898 - *Accesorios eléctricos.*

IEC-60909 – *Cálculo de corrientes de cortocircuito.*

IEC 60947, UNE 60947 – *Aparata de baja tensión.*

IEC 61082 - *Preparación de la documentación usada en electrotecnia.*

	ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS PARA CUADROS, ARMARIOS Y PUPITRES DE BT PARA MCT	OCTUBRE 2.009 VERSIÓN 3.0
	MCT-ET-01.001	Página 52 de 52

IEC 62262, UNE 50102 – *Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos.*

UNE 20572 – *Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos.*

UNE 60742 – *Transformadores de separación de circuitos y transformadores de seguridad.*