

Tema 5: Instalaciones eléctricas

Índice

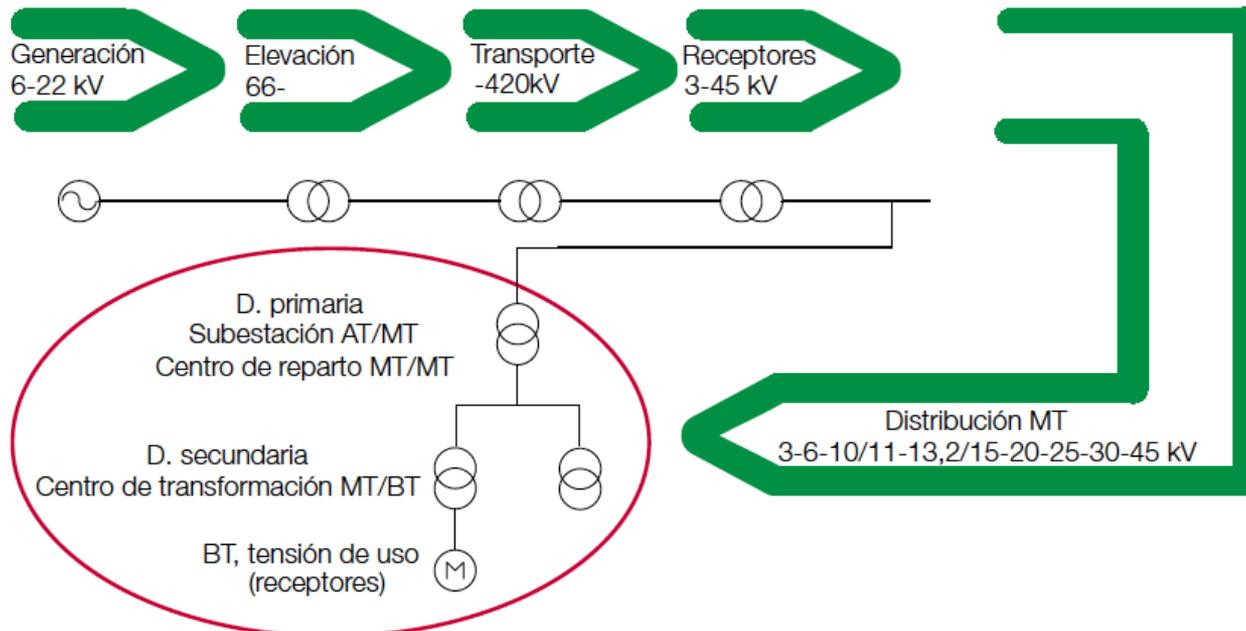
01 Centros de transformación

02 Instalaciones de Baja Tensión

Tensiones de AT y BT

Dentro de esta definición de Alta Tensión, catalogamos el rango de tensiones en:

Etapa	Denominación	Transporte
Transporte	Muy Alta Tensión (MAT) Alta Tensión (AT)	> 300 kV 52 kV–300 kV
Distribución	Media tensión (MT)	1 kV–52 kV
Utilización	Baja tensión (BT)	< 1 kV



Centro de Transformación

- El Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (2014) define un Centro de Transformación (CT) como una **instalación que comprende uno o varios transformadores, aparataje de alta tensión y de baja tensión, conexiones y elementos auxiliares, para suministrar energía en BT a partir de una red de AT o viceversa.**
- Permite el ajuste de tensiones de la red de suministro eléctrico a los valores nominales de tensión de servicio en baja tensión (400V entre fases para el suministro trifásico y 230V entre fase y neutro para suministro monofásico. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión [REBT])

Centro de Transformación: Clasificación

Según la construcción:

- Centro de transformación bajo envolvente
 - ✓ Centro de transformación de obra civil
 - ✓ Centro de transformación prefabricado
 - ✓ Centro de transformación integrado
- Centro de transformación a la intemperie (<160kVA, sobre apoyos de MT)

Según la ubicación:

- Interior. Edificio, nave industrial, sótano
- Exterior. Superficie, enterrado o semienterrado

Centro de Transformación: Clasificación

Según la acometida:

- Alimentados por línea aérea.
 - ✓ Altura mínima del edificio de 6m
- Alimentados por cable subterráneo.
 - ✓ Por medio de una zanja, sótano o entreplanta
- Una o dos líneas desde la misma estación AT/MT



Schneider Electric



Iberdrola

Centro de Transformación: Clasificación

Según la posición respecto a la línea:

- Centro de transformación de **punta**. Se ubican en el final de una red de MT radial. Constituyen el punto final de la red MT.
- Centros de transformación de **paso**. Se ubican en la parte intermedia de la red radial, y por tanto disponen de una entrada y una salida de la línea de alimentación MT.
- Centros de transformación de **bucle o anillo**. Se ubican en la parte intermedia de una estructura de anillo, disponen de entrada y salida MT.

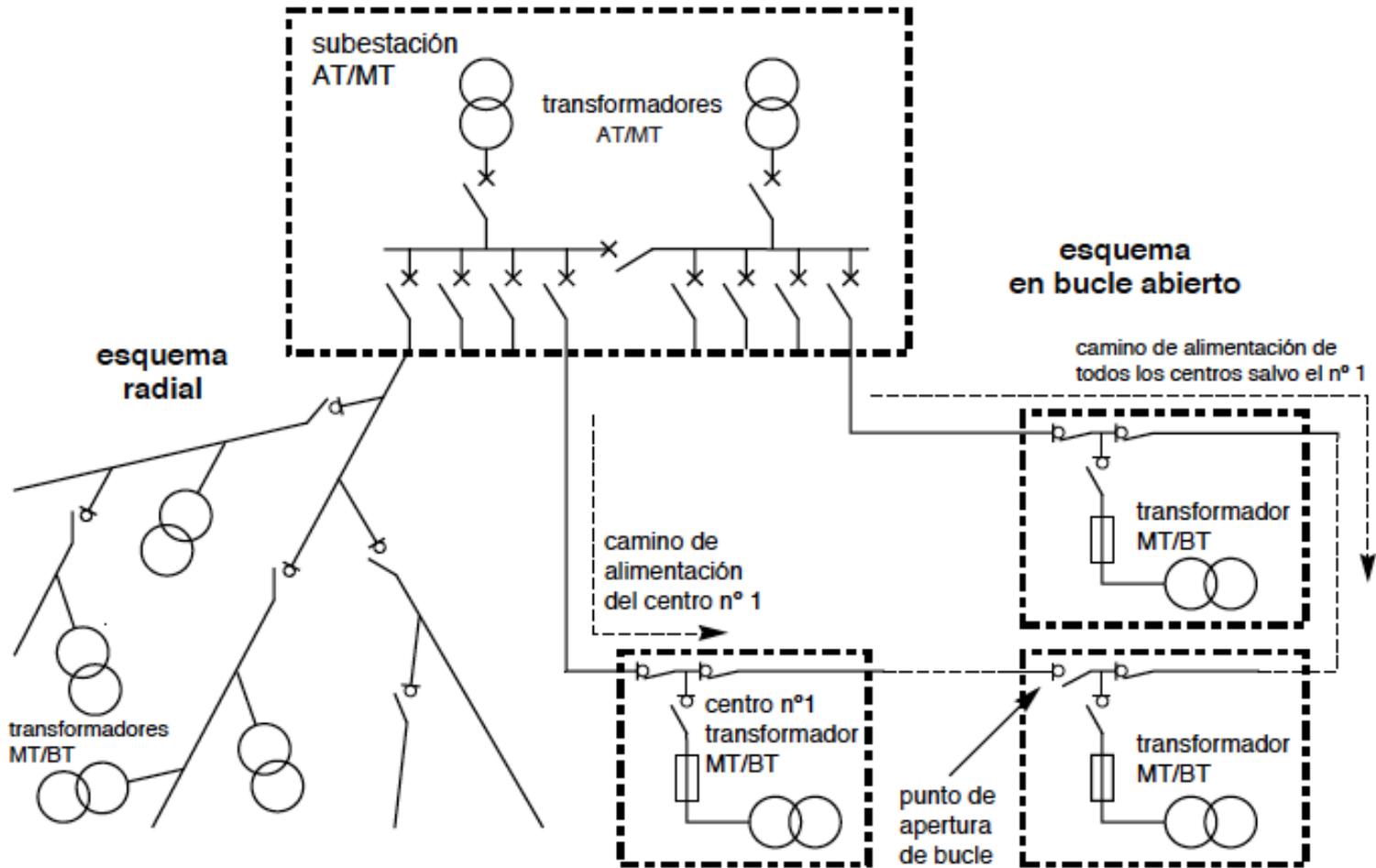


Fig.1: Los dos esquemas de base de una red de distribución de MT: radial (o en antena) y en bucle abierto (o en anillo).

Centro de Transformación: Clasificación

Según la propiedad del CT:

- Centro de transformación **tipo compañía**. Son propiedad de la empresa distribuidora en BT, y son el punto de partida de las redes que alimentan a los clientes en BT. No tiene equipo de medida de la energía, ya que cada abonado de BT tiene su propio contador.
- Centro de transformación **tipo abonado**. Son propiedad del cliente. Cuenta con equipos de medida de potencia y energía.

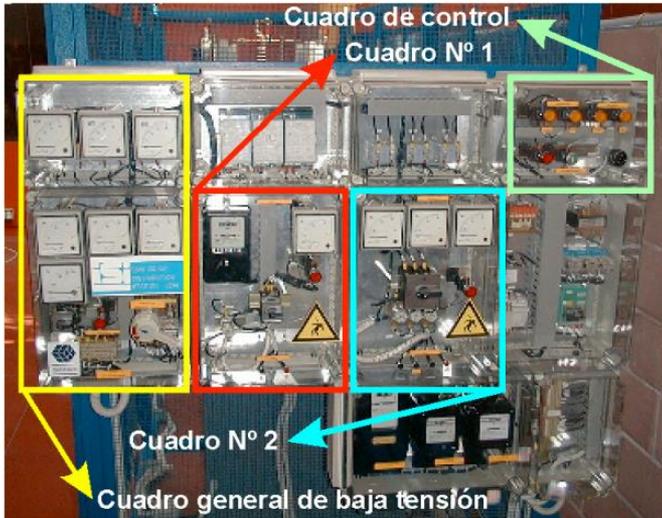


Centro de Transformación: Clasificación

Según el nivel de aislamiento:

- Aparamenta de 24kV de nivel de aislamiento. Para redes de tensión nominal hasta 20 kV.
- Aparamenta de 36 kV de nivel de aislamiento. Para redes de tensión nominal entre 20 kV y 30 kV.

Centro de Transformación



Universidad
Carlos III de Madrid

http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/dpto_ing_electrica/docencia/laboratorios



<http://www.f2i2.net/LegislacionSeguridadIndustrial/legislacionNacionalGrupo.aspx?idregl=4#reglamento>

Centro de Transformación

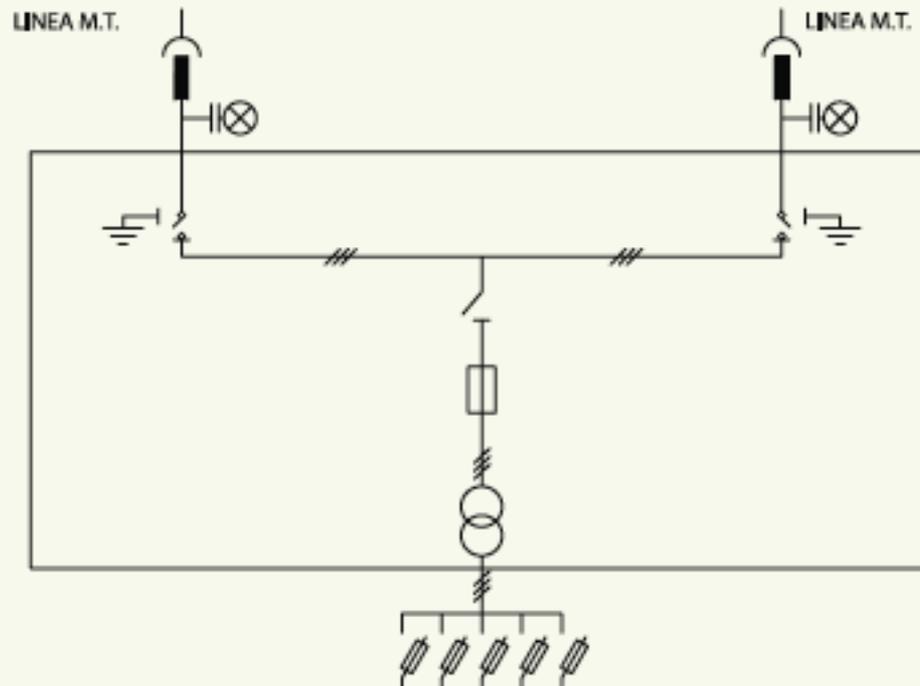
Elementos de un centro de transformación:

- **Cuadros de maniobra** (seccionadores, seccionadores de puesta a tierra, interruptores e interruptores-seccionadores), de **protección** (fusibles e interruptores automáticos) y de **medida en alta/media tensión** (hasta 36KV).
- **Transformador.**
- **Cuadro de maniobra y protección en baja tensión.**
- Equipamiento e instalaciones auxiliares.
- Las elementos de la aparamenta de media tensión se instalan en cuadros, normalmente metálicos denominados **celdas**, que pueden ser **celdas de línea** (donde se hace la conexión a la línea de media que entra al centro), **celdas de protección** y **celdas de medida**

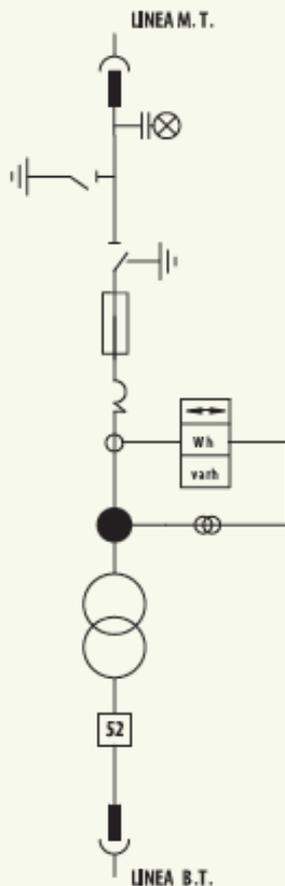
Aparatos de maniobra

- **Seccionadores:** sirven para unir o separar distintas partes de la instalación. Deben actuar en vacío, para sus conexiones/desconexiones a la red no debe haber carga en la instalación.
- **Seccionadores de puesta a tierra:** simultáneamente al seccionamiento, unos contactos auxiliares ponen a tierra la instalación.
- **Interruptores:** aparatos mecánicos de conexión capaces de soportar, establecer o interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, incluso en condiciones de sobrecarga, y durante un determinado tiempo en defecto o cortocircuito.

Esquema unifilar



Potencia	250 kVA	400 kVA	630 kVA
Tensión	Serie 17,5 kV / 24 kV		
Instalación	INTERIOR / EXTERIOR		



Potencia	250 kVA	400 kVA	630kVA	1000kVA
Tensión	Serie 17,5 kV / 24 kV			
Instalación	INTERIOR / EXTERIOR			

Características asignadas aplicables a la aparataje

Niveles asignados de la norma EN 60694:

- Tensión asignada.
- Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial.
- Tensión asignada con impulsos tipo rayo.
- Intensidad asignada en servicio continuo.
- Intensidad admisible de corta duración asignada.
- Poder de corte asignado.
- Poder de cierre asignado.....

Tabla 7.1. Niveles de aislamiento asignados de la norma EN 60694 [8].

Tensión asignada U_n kV (valor eficaz)	Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial U_d kV (valor eficaz)		Tensión soportada asignada con impulsos tipo rayo U_p kV (valor eficaz)	
	Valor común	En la distancia de seccionamiento	Valor común	En la distancia de seccionamiento
3,6	10	12	20	23
			40	46
7,2	20	23	40	46
			60	70
12	28	32	60	70
			75	85
17,5	38	45	75	85
			95	110
24	50	60	95	110
			125	145
36	70	80	145	165
			170	195
52	95	110	250	290
72,5	140	160	325	375
100	150	175	380	440
			450	520
123	185	210	450	520
			550	630
145	230	265	550	630
			650	750
170	275	315	650	750
			750	860
245	425	375	750	860
			850	950
	360	415	850	950
			950	1 050
	395	460	950	1 050
			1 050	1 200
	460	530	1 050	1 200

Transformadores

Parámetros asignados:

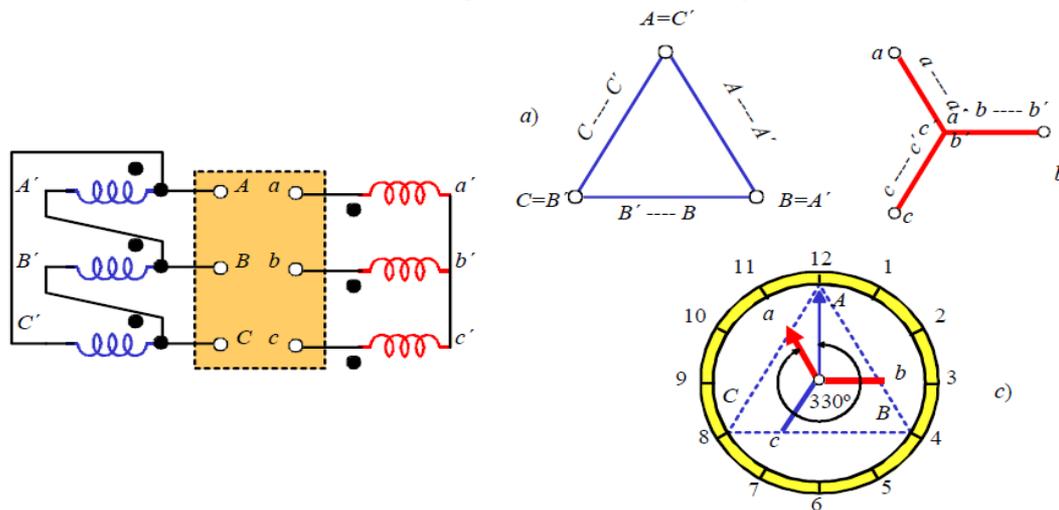
- Tensión asignada: Funcionamiento en vacío. Es decir, para un trafo trifásico la tensión asignada es la de línea, y para un monofásico la tensión en sus devanados.
- Potencia asignada
- Corriente asignada
- Impedancia de cortocircuito: impedancia serie medida en uno de los devanados estando el otro cortocircuitado.

$$I_r = \frac{S_r}{\sqrt{3}V_r}$$

$$\left. \begin{aligned} Z_b &= \frac{V_r^2}{S_r} \\ Z_{CC\ p.u.} &= \frac{Z_{CC}}{Z_b} \end{aligned} \right\} \varepsilon_{CC} [en \%] = 100 \cdot \frac{Z_{CC}}{Z_b}; \quad \varepsilon_{CC} [en \%] = 100 \cdot \frac{Z_{CC} \cdot I_r}{V_r / \sqrt{3}} = V_{CC} [en \%]$$

Transformadores

- Los devanados pueden conectarse en estrella, en triángulo o en zig-zag. La forma en que se realice la conexión determina la relación de transformación y desfases.
- Símbolo de acoplamiento: formado por un código de tres letras que informa de cómo es la conexión de los arrollamientos (Y,D,Z,N), seguido de un número denominado índice horario (indica el desfase y tiene un valor de 0 a 11, ya que es desfase es múltiplo de 30°)



Conexión Dy11

Transformadores

MERLIN GERIN

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 50 Hz REFRIGERACIÓN NATURAL

TIPO: 630/24/20415 52 kVA

NORMA UNE	UNE21425	POTENCIA ASIGNADA	630	kVA
AÑO FABRICACIÓN	2004	Nº FABRICACIÓN	500516	
SÍMBOLO DE ACOPLAMIENTO	Dyn11	ALTA TENSION		
IMPEDANCIA CC A 75 °C (%)	3.63	CONEXIONES	TENSION (V)	CORRIENTE (A)
			22000	18.2
NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA dB(A)	67		21500	
			21000	

MERLIN GERIN

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 50 Hz REFRIGERACIÓN NATURAL

TIPO: 630/24/20415 52 kVA

NORMA UNE	UNE21425	POTENCIA ASIGNADA	630	kVA
AÑO FABRICACIÓN	2004	Nº FABRICACIÓN	500516	
SÍMBOLO DE ACOPLAMIENTO	Dyn11	ALTA TENSION		
IMPEDANCIA CC A 75 °C (%)	3.63	CONEXIONES	TENSION (V)	CORRIENTE (A)
			22000	18.2
NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA dB(A)	67		21500	
			21000	
MATERIAL AT/BT	CL 50		20000	24.2
			17000	
VOLUMEN (L) AISLANTE A 20 °C	425		16000	
			6000	
MASA A DESENCUBAR (kg)	1220		15000	
MASA TOTAL (kg)	1990		15000	
NIVEL AISLAMIENTO	AT R:25 F1:50	BAJA TENSION		
	BT R:20 F1:0	TENSION (V)	CORRIENTE (A)	
		420	566.0	
LÍQUIDO AISLANTE		SILICONA		
Fabricado por Schneider Electric				

REBT



BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO

AÑO CCCXLI • MIÉRCOLES 18 DE SEPTIEMBRE DE 2002 • SUPLEMENTO DEL NÚMERO 224

ESTE SUPLEMENTO CONSTA DE DOS FASCÍCULOS

FASCÍCULO PRIMERO

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

18099 REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.



MINISTERIO
DE LA PRESIDENCIA

Reglamento Electrotécnico para Baja tensión 2002

ÍNDICE

Real Decreto 842/2002

Reglamento Electrotécnico para Baja tensión

ITC-BT-01 Terminología.

ITC-BT-02 Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico de baja tensión.

ITC-BT-03 Instaladores autorizados y empresas instaladoras autorizadas.

ITC-BT-04 Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.

ITC-BT-05 Verificaciones e inspecciones.

ITC-BT-06 Redes aéreas para distribución en baja tensión.

ITC-BT-07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión.

ITC-BT-08 Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.

ITC-BT-09 Instalaciones de alumbrado exterior.

ITC-BT-10 Previsión de cargas para suministros en baja tensión.

ITC-BT-11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas.

ITC-BT-12 Instalaciones de enlace. Esquemas.

ITC-BT-13 Instalaciones de enlace. Cajas generales de protección.

ITC-BT-14 Instalaciones de enlace. Línea general de alimentación.

ITC-BT-15 Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales.

ITC-BT-16 Instalaciones de enlace. Contadores: ubicación y sistemas de instalación.

ITC-BT-17 Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia.

ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra.

ITC-BT-19 Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.

ITC-BT-20 Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.

ITC-BT-21 Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.

ITC-BT-22 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.

ITC-BT-23 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.

ITC-BT-24 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.

ITC-BT-25 Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características.

ITC-BT-26 Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.

ITC-BT-27 Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.

ITC-BT-28 Instalaciones en locales de pública concurrencia.

ITC-BT-29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.

ITC-BT-30 Instalaciones en locales de características especiales.

ITC-BT-31 Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes.

ITC-BT-32 Instalaciones con fines especiales. Máquinas de elevación y transporte.

ITC-BT-33 Instalaciones con fines especiales. Instalaciones provisionales y temporales de obras.

ITC-BT-34 Instalaciones con fines especiales. Ferias y stands.

ITC-BT-35 Instalaciones con fines especiales. Establecimientos agrícolas y hortícolas.

ITC-BT-36 Instalaciones a muy baja tensión.

ITC-BT-37 Instalaciones a tensiones especiales.

ITC-BT-38 Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención.

ITC-BT-39 Instalaciones con fines especiales. Cercas eléctricas para ganado.

ITC-BT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión.

ITC-BT-41 Instalaciones eléctricas en caravanas y parques de caravanas.

ITC-BT-42 Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo.

REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN

Artículo 1. Objeto.

El presente Reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de:

- Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

Artículo 2. Campo de aplicación.

1. El presente Reglamento se aplicará a las instalaciones que distribuyan la energía eléctrica, a las generadoras de electricidad para consumo propio y a las receptoras, en los siguientes límites de tensiones nominales:

- Corriente alterna: igual o inferior a 1.000 voltios.
- Corriente continua: igual o inferior a 1.500 voltios.

2. El presente Reglamento se aplicará:

- A las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y a sus ampliaciones.
- A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor que sean objeto de modificaciones de importancia, reparaciones de importancia y a sus ampliaciones.
- A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, en lo referente al régimen de inspecciones, si bien los criterios técnicos aplicables en dichas inspecciones serán los correspondientes a la reglamentación con la que se aprobaron.

Se entenderá por modificaciones o reparaciones de importancia las que afectan a más del 50 por 100 de la potencia instalada. Igualmente se considerará modificación de importancia la que afecte a líneas completas de procesos productivos con nuevos circuitos y cuadros, aun con reducción de potencia.

3. Asimismo, se aplicará a las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando su estado, situación o características impliquen un riesgo grave para las personas o los bienes, o se produzcan perturbaciones importantes en el normal funcionamiento de otras instalaciones, a juicio del órgano competente de la Comunidad Autónoma.

4. Se excluyen de la aplicación de este Reglamento las instalaciones y equipos de uso exclusivo en minas, material de tracción, automóviles, navíos, aeronaves, sistemas de comunicación, y los usos militares y demás instalaciones y equipos que estuvieran sujetos a reglamentación específica.

5. Las prescripciones del presente Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias (en adelante ITCs) son de carácter general unas, y específico, otras. Las específicas sustituirán, modificarán o complementarán a las generales, según los casos.

6. No se aplicarán las prescripciones generales, sino únicamente prescripciones específicas, que serán objeto de las correspondientes ITCs, a las instalaciones o equipos que utilizan «muy baja tensión» (hasta 50 V en corriente alterna y hasta 75 V en corriente continua), por ejemplo las redes informáticas y similares, siempre que su fuente de energía sea autónoma, no se alimenten de redes destinadas a otros suministros, o que tales instalaciones sean absolutamente independientes de las redes de baja tensión con valores por encima de los fijados para tales pequeñas tensiones.

Artículo 3. Instalación eléctrica.

Se entiende por instalación eléctrica todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Artículo 4. Clasificación de las tensiones. Frecuencia de las redes.

1. A efectos de aplicación de las prescripciones del presente Reglamento, las instalaciones eléctricas de baja tensión se clasifican, según las tensiones nominales que se les asignen, en la forma siguiente:

	Corriente alterna (Valor eficaz)	Corriente continua (Valor medio aritmético)
Muy baja tensión .	$Un \leq 50V$	$Un \leq 75V$
Tensión usual	$50 < Un \leq 500V$	$75 < Un \leq 750V$
Tensión especial .	$500 < Un \leq 1000V$	$750 < Un \leq 1500V$

2. Las tensiones nominales usualmente utilizadas en las distribuciones de corriente alterna serán:

- 230 V entre fases para las redes trifásicas de tres conductores.
- 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de 4 conductores,

3. Cuando en las instalaciones no pueda utilizarse alguna de las tensiones normalizadas en este Reglamento, porque deban conectarse a o derivar de otra instalación con tensión diferente, se condicionará su inscripción a que la nueva instalación pueda ser utilizada en el futuro con la tensión normalizada que pueda preverse.

- La frecuencia empleada en la red será de 50 Hz.
- Podrán utilizarse otras tensiones y frecuencias, previa autorización motivada del órgano competente de

Esquemas de Distribución de Baja Tensión.

ITC-BT-08: Sistemas de Conexión de Neutro y de las Masas.

- Determinan las características de:

- ✓ Protección contra choques eléctricos (contactos indirectos)
- ✓ Protección contra sobreintensidades.
- ✓ Especificaciones de la aparamenta necesaria para tales funciones

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	SISTEMAS DE CONEXIÓN DEL NEUTRO Y DE LAS MASAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	ITC-BT-08
		Página 1 de 1

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. ESQUEMAS DE DISTRIBUCION	2
1.1 Esquema TN.....	2
1.2 Esquema TT.....	4
1.3 Esquema IT	4
1.4 Aplicación de los tres tipos de esquemas.....	5
2. PRESCRIPCIONES ESPECIALES EN LAS REDES DE DISTRIBUCION PARA LA APLICACION DEL ESQUEMA TN.....	6

- Los esquemas de distribución se establecen en función de las **conexiones a tierra de la red de distribución** o de la alimentación, por un lado, y de las **masas de la instalación receptora**, por otro.

Esquemas de Distribución de Baja Tensión

1.1 Esquema TN.....	2
1.2 Esquema TT.....	4
1.3 Esquema IT.....	4

1.4 Aplicación de los tres tipos de esquemas

La elección de uno de los tres tipos de esquemas debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación. Sin embargo, hay que tener en cuenta los siguientes principios.

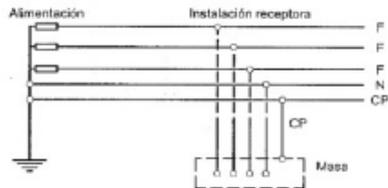
a) Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red. El esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT.

b) En instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.

c) No obstante lo dicho en a), puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones que para tal esquema se citan en el apartado 1.3.

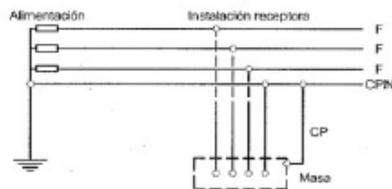
Esquemas de Distribución de Baja Tensión

Figura 1. Esquema de distribución tipo TN-S



Esquema TN-C: En el que las funciones de neutro y protección están combinados en un solo conductor en todo el esquema (figura 2).

Figura 2. Esquema de distribución tipo TN-C



Esquema TN-C-S: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema (figura 3).

Figura 3. Esquema de distribución tipo TN-C-S

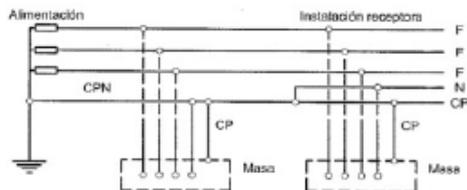


Figura 4. Esquema de distribución tipo TT

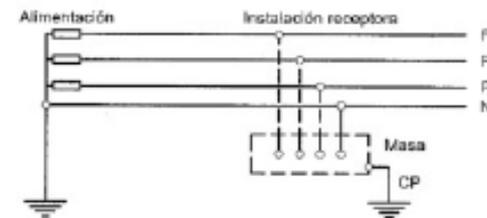
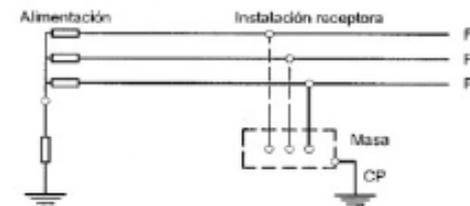


Figura 5. Esquema de distribución tipo IT



Esquemas de Distribución de Baja Tensión

La denominación de los esquemas de distribución se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

- Primera letra: Se refiere a la situación de la **alimentación** con respecto a tierra.

T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.

I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

- Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la **instalación receptora** con respecto a tierra.

T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

Esquemas de Distribución de Baja Tensión

Otras letras (eventuales): Se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.

C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor **CPN**).

Puesta a tierra

ITC-BT-18: Instalaciones de puesta a tierra.

Puesta a tierra por razones de protección.

Para las medidas de protección en los esquemas TN, TT e IT, ver la ITC-BT 24.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	ITC-BT-18
		Página 1 de 1

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE	1
1. OBJETO	2
2. PUESTA O CONEXION A TIERRA. DEFINICION.....	2
3. UNIONES A TIERRA.....	2
3.1 Tomas de tierra.....	3
3.2 Conductores de tierra	4
3.3 Bornes de puesta a tierra	5
3.4 Conductores de protección.....	5
4. PUESTA A TIERRA POR RAZONES DE PROTECCION.....	7
4.1 Tomas de tierra y conductores de protección para dispositivos de control de tensión de defecto.....	7
5. PUESTA A TIERRA POR RAZONES FUNCIONALES.....	7
6. PUESTA A TIERRA POR RAZONES COMBINADAS DE PROTECCION Y FUNCIONALES	7
7. CONDUCTORES CPN (TAMBIÉN DENOMINADOS PEN).....	8
8. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD	8
9. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA	8
10. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES	11
11. SEPARACION ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACION Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACION.....	11
12. REVISION DE LAS TOMAS DE TIERRA	12

Puesta a tierra

- Unión eléctrica directa, mediante un conductor o grupo de conductores, de una parte conductora con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.
- Funcionalidad:
 - Evitar que aparezcan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima al terreno
 - Permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico asegurando la adecuada actuación de las protecciones
 - Eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería o mal funcionamiento en los materiales eléctricos empleados.
 - Establecer la configuración de los distintos tipos de redes de distribución (TN, TT, IT)

Puesta a tierra

- El valor de la resistencia de puesta a tierra determina las características de las protecciones
- Debe ser calculada y confirmada mediante medidas.

Tabla 3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

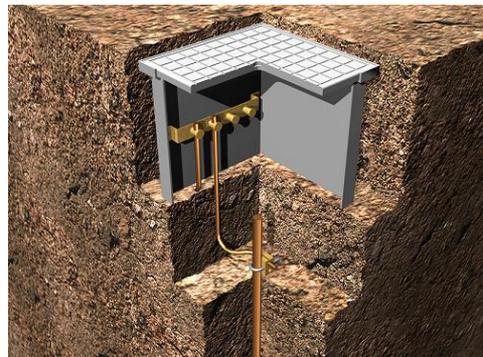
Tabla 4. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Tabla 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$

ρ , resistividad del terreno (Ohm.m)
 P , perímetro de la placa (m)
 L , longitud de la pica o del conductor (m)



Protecciones

ITC-BT-24: Protección contra los contactos directos e indirectos.

• *Protección Contra Contactos Directos*

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-24
	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	Página 1 de 1

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	2
3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	2
3.1 Protección por aislamiento de las partes activas	2
3.2 Protección por medio de barreras o envolventes.....	3
3.3 Protección por medio de obstáculos	3
3.4 Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.....	4
3.5 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual	5
4. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS	6
4.1 Protección por corte automático de la alimentación.....	6
4.1.1 Esquemas TN, características y prescripciones de los dispositivos de protección.....	6
4.1.2 Esquemas TT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección.....	8
4.1.3 Esquemas IT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección.....	10
4.2 Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.....	14
4.3 Protección en los locales o emplazamientos no conductores	14
4.4 Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra.....	17
4.5 Protección por separación eléctrica	17

Previsión de cargas

ITC-BT-10: Previsión de cargas para suministros en baja tensión

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	PREVISIÓN DE CARGAS PARA SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-10
		Página 1 de 1

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. CLASIFICACIÓN DE LOS LUGARES DE CONSUMO.....	2
2. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN Y PREVISIÓN DE LA POTENCIA EN LAS VIVIENDAS.....	2
2.1 Grado de electrificación.....	2
2.1.1 Electrificación básica.....	2
2.1.2 Electrificación elevada.....	2
2.2 Previsión de la potencia.....	2
3. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A UN EDIFICIO DESTINADO PREFERENTEMENTE A VIVIENDAS.....	3
3.1 Carga correspondiente a un conjunto de viviendas.....	3
3.2 Carga correspondiente a los servicios generales.....	3
3.3 Carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas.....	4
3.4 Carga correspondiente a los garajes.....	4
4. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A EDIFICIOS COMERCIALES, DE OFICINAS O DESTINADOS A UNA O VARIAS INDUSTRIAS.....	4
4.1 Edificios comerciales o de oficinas.....	4
4.2 Edificios destinados a concentración de industrias.....	4
5. PREVISIÓN DE CARGAS.....	4
6. SUMINISTROS MONOFÁSICOS.....	4

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	PREVISIÓN DE CARGAS PARA SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-10
		Página 2 de 2

1. CLASIFICACIÓN DE LOS LUGARES DE CONSUMO

Se establece la siguiente clasificación de los lugares de consumo:

- Edificios destinados principalmente a viviendas
- Edificios comerciales o de oficinas
- Edificios destinados a una industria específica
- Edificios destinados a una concentración de industrias

2. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN Y PREVISIÓN DE LA POTENCIA EN LAS VIVIENDAS

La carga máxima por vivienda depende del grado de utilización que se desee alcanzar. Se establecen los siguientes grados de electrificación.

2.1 Grado de electrificación

2.1.1 Electrificación básica

Es la necesaria para la cobertura de las posibles necesidades de utilización primarias sin necesidad de obras posteriores de adecuación.

Debe permitir la utilización de los aparatos eléctricos de uso común en una vivienda.

2.1.2 Electrificación elevada

Es la correspondiente a viviendas con una previsión de utilización de aparatos electrodomésticos superior a la electrificación básica o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire o con superficies útiles de la vivienda superiores a 160 m², o con cualquier combinación de los casos anteriores.

2.2 Previsión de la potencia

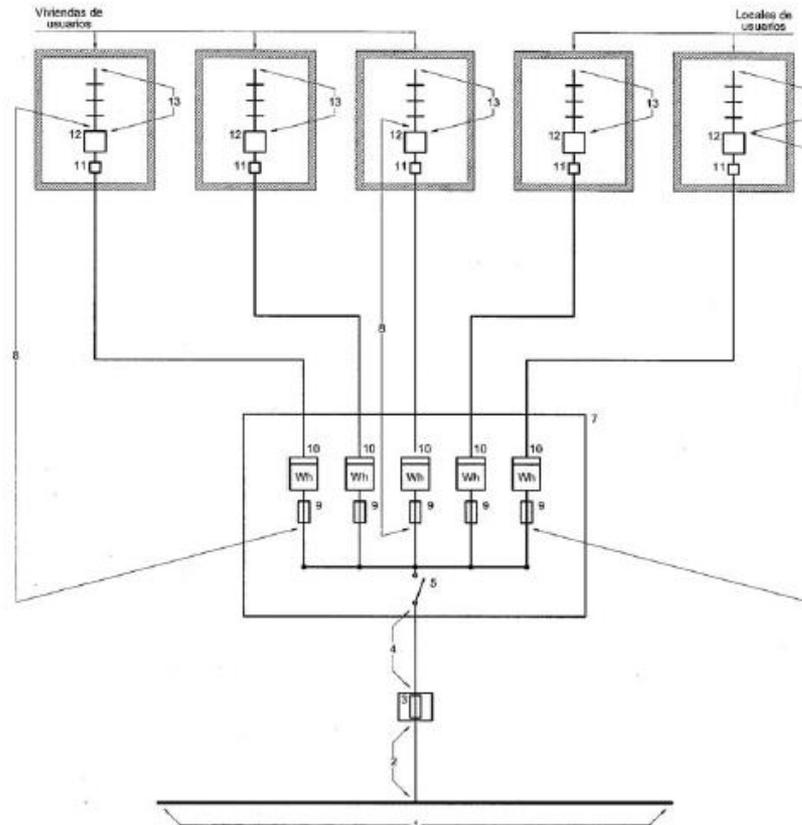
El promotor, propietario o usuario del edificio fijará de acuerdo con la Empresa Suministradora la potencia a prever, la cual, para nuevas construcciones, no será inferior a 5 750 W a 230 V, en cada vivienda, independientemente de la potencia a contratar por cada usuario, que dependerá de la utilización que éste haga de la instalación eléctrica.

En las viviendas con grado de electrificación elevada, la potencia a prever no será inferior a 9 200 W.

En todos los casos, la potencia a prever se corresponderá con la capacidad máxima de la instalación, definida ésta por la intensidad asignada del interruptor general automático, según se indica en la [ITC-BT-25](#).

- **ITC-BT-11. Acometidas:** Parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente (en adelante CGP).
- **ITC-BT-12. Instalaciones de enlace:** Se denominan instalaciones de enlace, aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario. Comenzarán, por tanto, en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección. Partes que constituyen las instalaciones de enlace:
 - Caja General de Protección (CGP)
 - Línea General de Alimentación (LGA)
 - Elementos para la Ubicación de Contadores (CC)
 - Derivación Individual (DI)
 - Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP)
 - Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)

ITC-BT-12. Instalaciones de enlace



Leyenda

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 Red de distribución. | 8 Derivación individual. |
| 2 Acometida. | 9 Fusible de seguridad. |
| 3 Caja general de protección. | 10 Contador. |
| 4 Línea general de alimentación. | 11 Caja para interruptor de control de potencia. |
| 5 Interruptor general de maniobra. | 12 Dispositivos generales de mando y protección. |
| 6 Caja de derivación. | 13 Instalación interior. |
| 7 Emplazamiento de contadores. | |

ITC-BT-13. Caja general de protección (CGP)

Aloja los elementos de protección de la Línea General de Alimentación: Fusibles en todos los conductores de fase.

Se selecciona el tipo de caja de mayor capacidad que la intensidad total obtenida en previsión de cargas de la instalación.

ITC-BT-19. Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales

- Naturaleza de los conductores: ITC-BT 20
- Sección de los conductores. Caidas de tensión: menor del 3% de la tensión nominal para cualquier circuito interior de vivienda.
- Intensidad Máxima admisible
- Identificación de cables: Neutro (azul), Fase (marrón, gris o negro), Protección (verde-amarillo)

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	ITC-BT-19
	PRESCRIPCIONES GENERALES	Página 1 de 1

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. CAMPO DE APLICACIÓN	2
2. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	2
2.1 Regla general.....	2
2.2 Conductores activos.....	2
2.2.1 Naturaleza de los conductores.....	2
2.2.2 Sección de los conductores. Caidas de tensión	2
2.2.3 Intensidades máximas admisibles	3
2.2.4 Identificación de conductores.....	4
2.3 Conductores de protección.....	5
2.4 Subdivisión de las instalaciones	6
2.5 Equilibrio de cargas.....	6
2.6 Posibilidad de separación de la alimentación.....	7
2.7 Posibilidad de conectar y desconectar en carga	7
2.8 Medidas de protección contra contactos directos o indirectos	8
2.9 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica	8
2.10 Bases de toma de corriente.....	10
2.11 Conexiones	11

- [621.313 FRA MAQ] Máquinas Eléctricas. Jesús Fraile Mora. McGraw-Hill. 6ª edición.
- [621.3.049 TEO DEC VOL. 1 y 2] Teoría de Circuitos. V. Parra, J. Ortega, A. Pastor, A. Pérez. UNED
- [621.3 TEC ELE] Tecnología Eléctrica. R. Guirado, R. Asensi, F. Jurado, J. Carpio. Mc.Graw-Hill
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto
- Publicación Técnica nº 004: Centros de transformación MT/BT de Schneider Electric.

B

BIBLIOGRAFÍA