



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICAI – MII

Instalaciones Industriales Tema 5

Inmaculada Blázquez

Jesús Chapado

Alberto Jáñez

Álvaro Ortega

M^a Teresa Sánchez

comillas.edu

Tema 5: Diseño de Instalaciones en Industrias.

- 5.1.-Proceso de diseño.
- 5.2.-Previsión de cargas. Inventario de receptores/cargas
- 5.3.-Características de la instalación eléctrica.
- 5.4.-Criterios de selección de equipos y detalles constructivos
- 5.5.-Estructura de redes industriales: Esquema unifilar. Instalaciones de fuerza y alumbrado.
- 5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos
- 5.7.-Ahorro de energía eléctrica en plantas industriales. Equipos de medida.
- 5.8.-Supervisión y control de suministro
- 5.9.-Métodos de comprobación del correcto funcionamiento de la instalación

5.1.-Proceso de diseño.

Primera etapa:

ITC-BT-04:

- Los referentes al propietario;
- Identificación de la persona que firma la memoria y justificación de su competencia;
- Emplazamiento de la instalación;
- Uso al que se destina;
- Relación nominal de los receptores que se prevea instalar y su potencia

Conexión a la red: Esta conexión se puede realizar en:

- Media tensión: En este caso habrá que diseñar un centro de transformación de abonado según el RAT
- Baja tensión: La instalación se conectará a la red local de suministro eléctrico

5.1.-Proceso de diseño.

En la segunda etapa:

- Previsión de cargas
- Sección de los diferentes cables de la instalación
- Protecciones
- Puesta a tierra

Dependiendo de la instalación también se deberá calcular:

- Centro de transformación de abonado.
- Mejora del factor de potencia.
- Filtrado de armónicos en la red.

En los planos se representará:

- Estructura o arquitectura de la red
- Cuadros, elemento de protección y conductores de cada uno de los circuitos.

5.2.-Previsión de cargas. Inventario de receptores/cargas

Factor de utilización (F_u):

- Valor entre 0 y 1 es la relación entre el régimen de trabajo normal de un receptor y su potencia nominal.
- El factor de utilización se aplica individualmente a cada receptor.
- En una instalación industrial
 - Motores $f_u = (0,85 - 1)$
 - Alumbrado y la calefacción $f_u = 1$
 - Tomas de corriente, s/ITC-BT-25 (si son para uso industrial se deberá aumentar el F_u para adecuarlas al uso)

Factor de simultaneidad (F_s):

- Valor entre 0 y 1 es la relación entre la potencia de los receptores que están trabajando al mismo tiempo y la potencia total del conjunto.
- El factor de simultaneidad se aplica a un conjunto de receptores en el punto de unión de los mismos (cuadro de distribución).
- En una instalación industrial el propietario, que conoce el funcionamiento de su instalación, definirá los diferentes factores de simultaneidad.

5.2.-Previsión de cargas. Inventario de receptores/cargas

Estimación de factor de simultaneidad global cuadro eléctrico (Fs):

Nº DE CIRCUITOS	Fs
1-3	0,9
4-5	0,8
6-9	0,75
>10	0,7

En el caso de que los circuitos sean principalmente de alumbrado/climatización considerar FS = 1 independientemente del nº de circuitos.

5.2.-Previsión de cargas. Inventario de receptores/cargas

Previsión de potencia

Potencia mínima

Edificios comerciales u oficinas: 100 w/ m² y planta. Mínimo por local 3.450 W a 230 V y Cs = 1

Edificios industriales: 125 w/ m² y planta. Mínimo por local 10.350 W a 230 V y Cs = 1

$P_{total} = P_{instalación} + \text{Potencia Servicios generales} + \text{Garajes} + \text{IRVE}$



**Previsión real
según receptores
(si se conocen)**



**Grupos de incendios
Bombas auxiliares no
de proceso
(si se conocen)**



**Alumbrado
Ventilación**

Quando se conozca la potencia a instalar de antemano se considerará la prevista siempre que sea superior al mínimo necesario.

5.2.-Previsión de cargas. Inventario de receptores/cargas

Previsión de potencia Servicios generales

Cargas para elevadores

<i>Tipo de aparato elevador</i>	<i>Carga (kg)</i>	<i>Nº de personas</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>	<i>Potencia (kW)</i>
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Multiplicar x 1,3 la intensidad a plena carga del motor (ITCBT 47)

Cargas para alumbrado (previsión cargas zonas comunes)

	Incandescencia	Fluorescencia
Alumbrado del portal y otros espacios comunes	15 W/m ²	8 W/m ²
Alumbrado de la caja de escalera	7 W/m ²	4 W/m ²

Para lámparas de descarga multiplicar x 1,8 la carga prevista

5.2.-Previsión de cargas. Inventario de receptores/cargas

Previsión de potencia motores

Cargas para motores

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA		MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	
Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga	Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga
De 0,75 kW a 1,5 kW	2,5	De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,5 kW a 5,0 kW	2,0	De 1,5 kW a 5,0 kW	3,0
De más de 5,0 kW	1,5	De 5,0 kW a 15,0 kW	2,0
		De más de 15,0 kW	1,5

Multiplicar la potencia nominal por el factor de arranque que corresponda según su potencia. Si la ficha técnica del motor indica un valor de la constante inferior al de la tabla se deberá considerar este.

Previsión de potencia. Resumen

Si se conocen las demandas reales estimados de la actividad y superan los mínimos teóricos, tomaremos como datos para el cálculo los valores reales.

Si por el contrario, los valores reales son inferiores a los mínimos teóricos, habrá que basar el cálculo en los mínimos establecidos por el REBT.

5.2.-Previsión de cargas. Inventario de receptores/cargas

Potencia Prevista o Instalada

Potencia máxima capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella, ya sea en el diseño de la instalación o en su ejecución, respectivamente ITC-BT-01 Definiciones (109)

Potencia máxima admisible:

Es la máxima que puede soportar el conjunto de la instalación, irá asociada a un dispositivo de sobreintensidades. El valor viene dado en el boletín eléctrico de la instalación.

Es la suma de la potencia de todos los receptores tras haber calculado los factores que el reglamento establece por ejemplo:

- 1,8 para lámparas de descarga (lámparas led factor 1)
- Coef arranque para motores
- 1,3 para aparatos de elevación
- F_u y F_s receptores

Junto con su factor de simultaneidad de funcionamiento global de la instalación.

Potencia contratada:

Es la potencia máxima que la compañía te suministra como usuario.

$$P_{\text{contratada}} \leq P_{\text{admisible}} \begin{cases} > P_{\text{instalada}} \\ < P_{\text{instalada}} \end{cases}$$

5.3.-Características de la instalación eléctrica.

Tipo de conexión: monofásica o en trifásica.

Tensiones nominales: Las tensiones nominales utilizadas en las redes de corriente alternan trifásicas en BT son:

Redes públicas y privadas:

- 220V entre fase, para las redes trifásicas de 3 conductores
- 230V entre fase y neutro, para las redes trifásicas de 4 conductores
- 400V entre fases, para las redes trifásicas de 4 conductores

Redes Privadas:

- 400V entre fase y neutro, para las redes trifásicas de 4 conductores
- 690V entre fases, para las redes trifásicas de 4 conductores

5.3.-Características de la instalación eléctrica.

Potencia de la Instalación:

Hasta 83KVA (120A a 400V trifásicos) se conectan a la red de distribución de BT.

Hasta 250KVA red pública de BT

La compañía distribuidora puede proponer la conexión en MT en función del estado de carga y capacidad de su red de BT.

Las instalaciones mayores de 83KVA se conectan mediante un cable dedicado (uso exclusivo) desde el cuadro de BT, en el Centro de Transformación (CT).

5.3.-Características de la instalación eléctrica.

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

- **Actividad económica** .- Edificios industriales (Fabricación, Talleres, alimentos y bebidas, logística). Edificios terciarios (Oficinas, centros comerciales)
- **Topología de las instalaciones** .- Edificios de un solo nivel, edificios de varios niveles, instalaciones en varios edificios
- **Condicionales en cuanto a la localización de los equipos eléctricos** .- Estética, accesibilidad, existencia de pasillos o conductos técnicos
- **Fiabilidad de servicio** .- Probabilidad de interrupciones. Impacto por labores de mantenimiento o ampliación de la instalación eléctrica
- **Flexibilidad** .- Posibilidad de adaptarse a cambios en los procesos productivos
- **Distribución de los receptores:**
 - Distribución uniforme. (Alumbrado)
 - Distribución intermedia. Cargas agrupadas por toda la superficie (Estaciones de trabajo)
 - Cargas localizadas (Equipo de climatización)

5.3.-Características de la instalación eléctrica.

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

- **Criticidad del servicio aportado por receptor**
 - No crítica. La carga puede desconectarse en cualquier momento sin consecuencias en el proceso o servicio. (Bomba de pozo para agua de riego)
 - Baja criticidad.- La desconexión de la carga ocasiona molestias temporales. (Equipo de climatización)
 - Media criticidad.- La desconexión de la carga ocasiona una breve parada en el proceso o servicio (Ascensor)
 - Alta criticidad.- Cualquier interrupción produce pérdidas económicas considerables, o pone en riesgo grave la seguridad de las personas. (Unidad de proceso de datos)
- **Sensibilidad del receptor a las perturbaciones en el suministro eléctrico** .- Sobretensiones, armónicos, huecos de tensión, etc.
- **Capacidad de un receptor de perturbar el funcionamiento de otros receptores** .- Desequilibrios, radiación electromagnética. (Equipo de soldadura)

5.4.-Criterios de selección de equipos y detalles constructivos

Lista de equipos a tener en cuenta

- Subestación MT/BT.
- Cuadros de distribución MT.
- Transformadores.
- Cuadros de distribución BT.
- Canalización eléctrica prefabricada.
- Unidades SAI.
- Equipos de filtrado y corrección de factor de potencia.

Criterios a tener en cuenta

- Atmósfera y entorno.
- Eficiencia energética.
- Índice de servicios.
- Disponibilidad de ofertas por país.
- Requisitos de compañías eléctricas.
- Arquitecturas previamente elegidas.

5.5.-Estructura o arquitectura de redes industriales: Esquema unifilar.Instalaciones de fuerza y alumbrado.

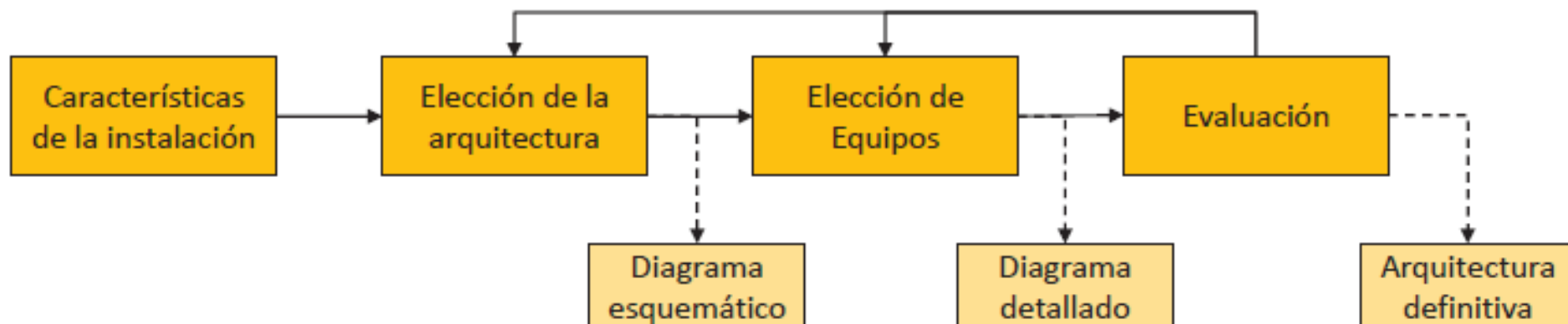
De la arquitectura de una instalación eléctrica depende:

- El coste de la instalación
- El tiempo de instalación
- La continuidad en el funcionamiento de los receptores
- Las pérdidas de potencia.

La arquitectura de una instalación eléctrica depende de:

- Distribución espacial de los receptores
- Tipo y número de fuentes de alimentación
- Configuración en diferente niveles de distribución

La definición de la arquitectura sigue por lo general los siguientes pasos

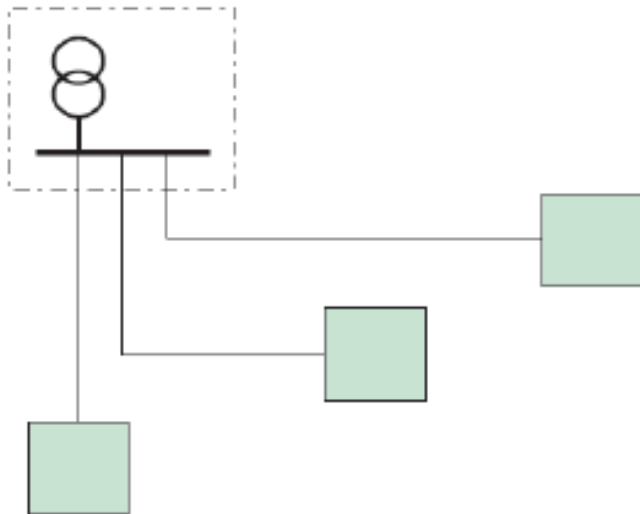


5.5.-Estructura o arquitectura de redes industriales: Esquema unifilar.Instalaciones de fuerza y alumbrado.

ELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA

- Posición de los equipos principales de la instalación eléctrica en el edificio
 - Colocación de los cuadros de alimentación lo más cerca posible del baricentro de los consumidores de potencia
 - Colocación de equipos pesados como transformadores, o grupos electrógenos cerca de viales de acceso o salidas

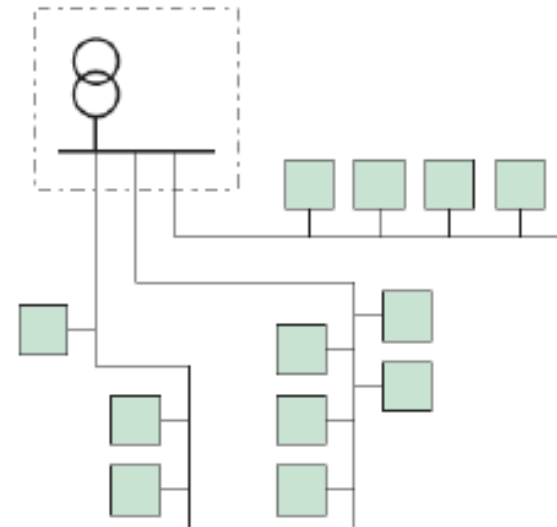
- Disposición centralizada



Flexibilidad : No

Cargas de potencias elevadas localizadas

- Disposición descentralizada



Flexibilidad : Si

Cargas de distribución uniforme de potencias reducidas

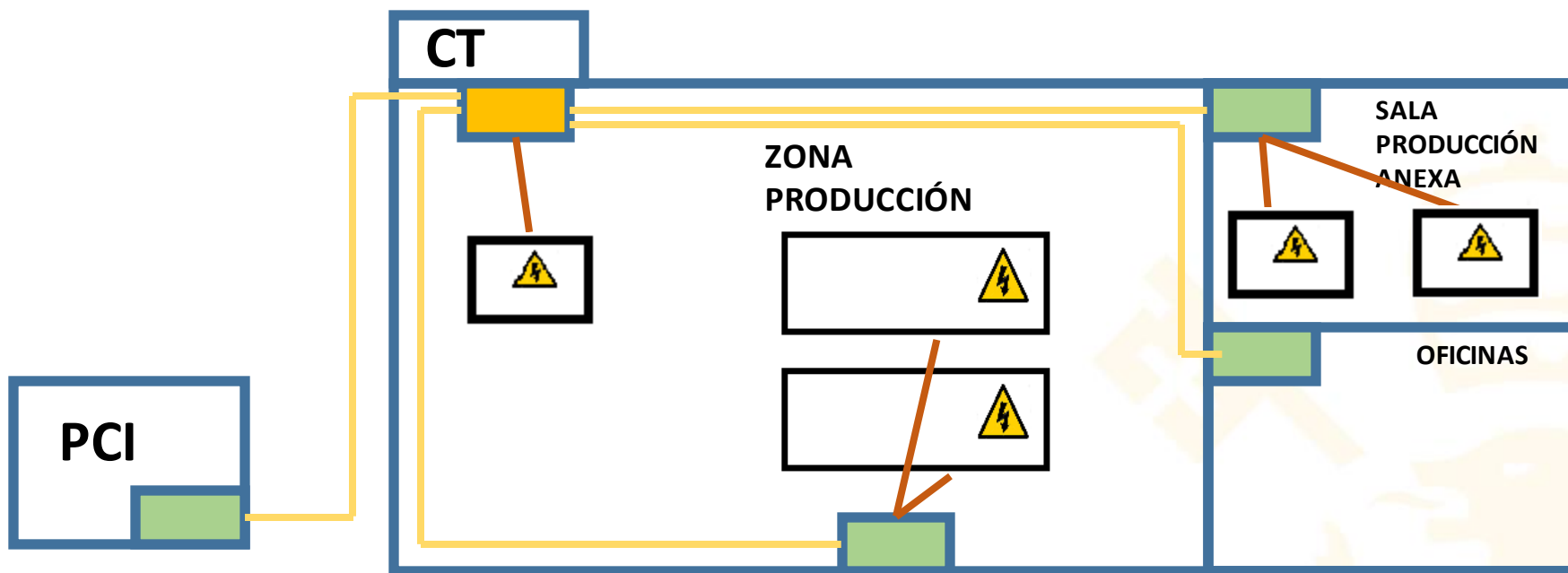
CGBT

CS

LÍNEA A CS

LÍNEA RECEPTOR

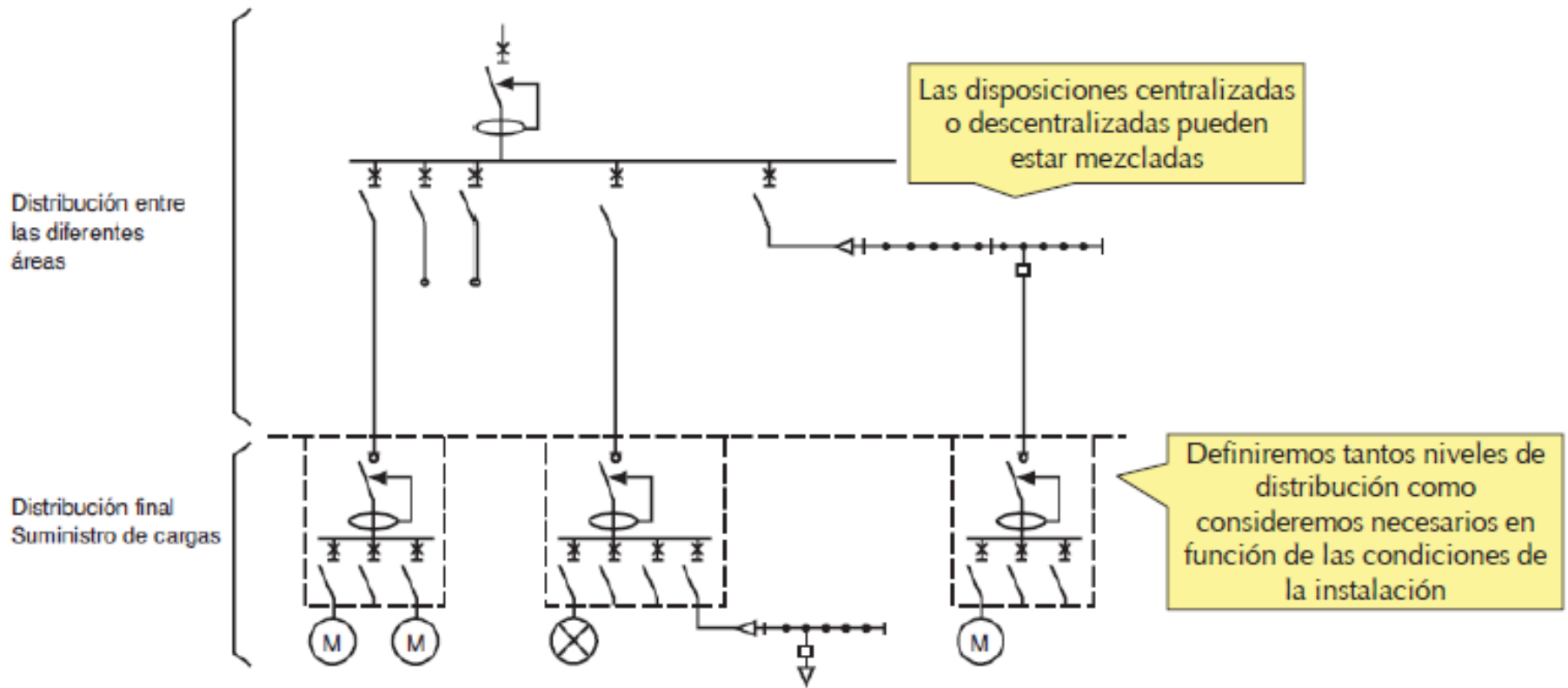
RECEPTOR



5.5.-Estructura o arquitectura de redes industriales: Esquema unifilar.Instalaciones de fuerza y alumbrado.

ELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA

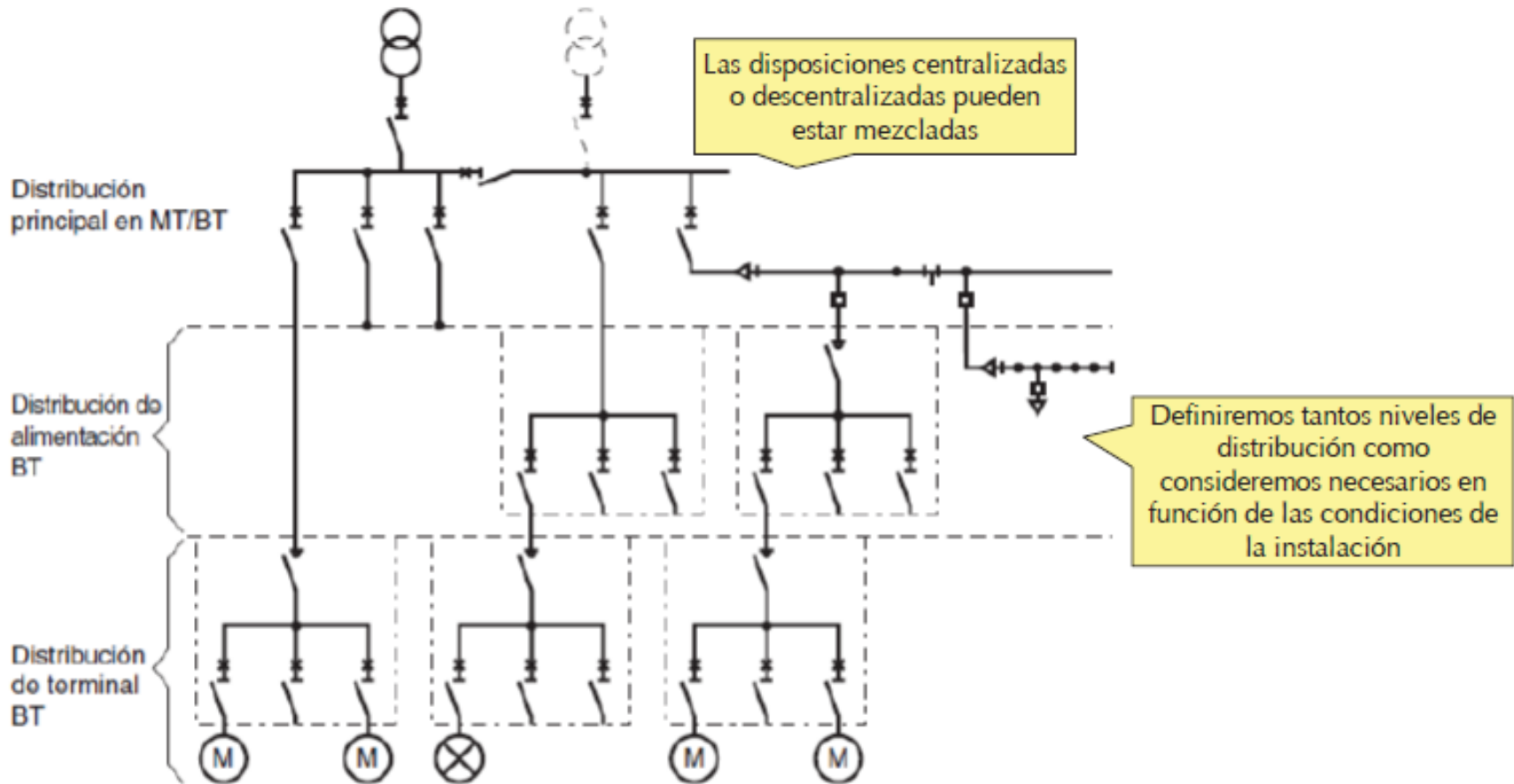
- Niveles de distribución. Instalaciones pequeñas



5.5.-Estructura o arquitectura de redes industriales: Esquema unifilar.Instalaciones de fuerza y alumbrado.

ELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA

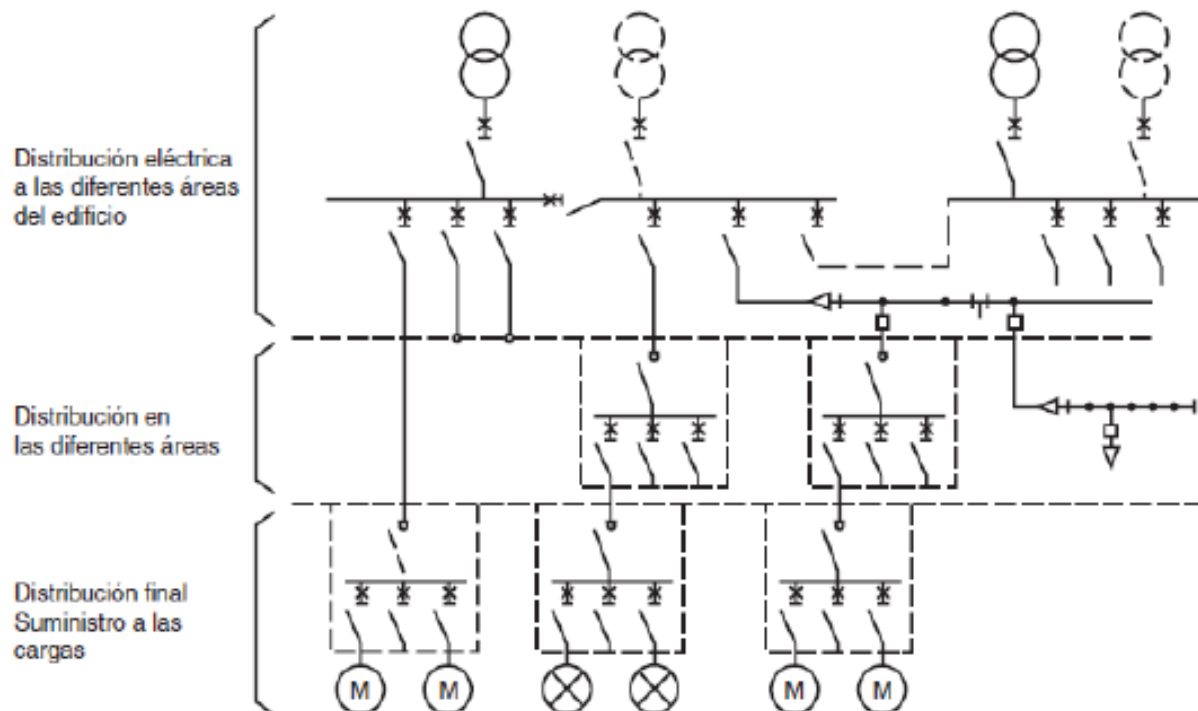
- Niveles de distribución. Instalaciones medianas



5.5.-Estructura o arquitectura de redes industriales: Esquema unifilar.Instalaciones de fuerza y alumbrado.

ELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA

- Niveles de distribución. Instalaciones grandes.



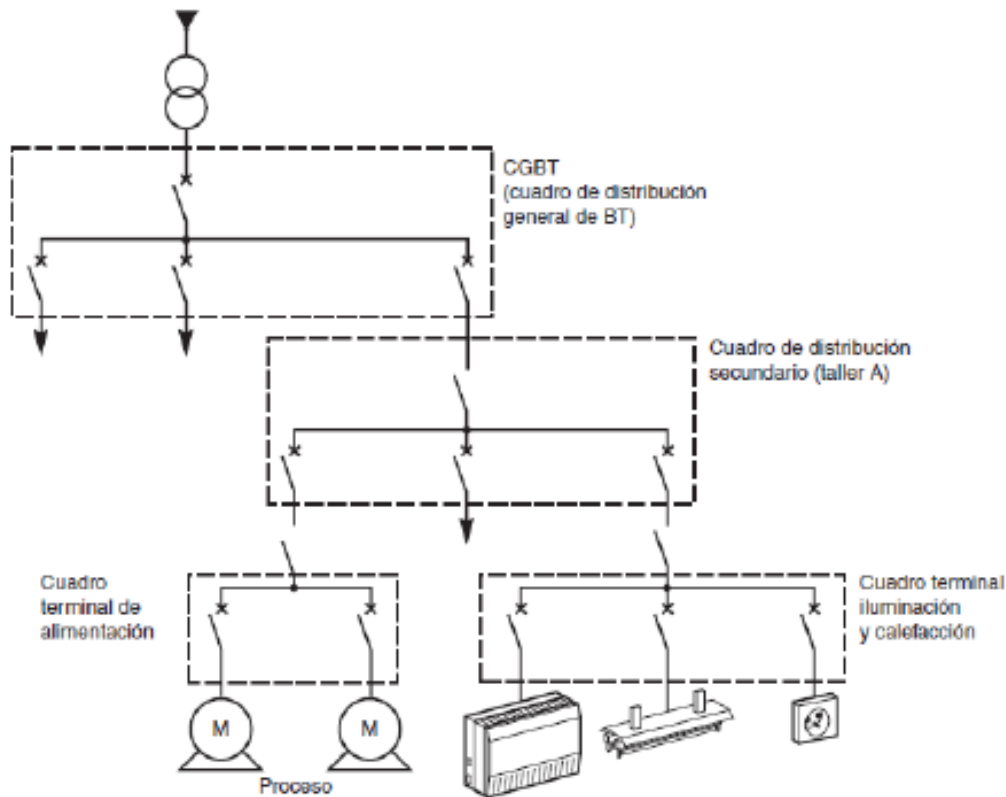
Las disposiciones centralizadas o descentralizadas pueden estar mezcladas

Definiremos tantos niveles de distribución como consideremos necesarios en función de las condiciones de la instalación

5.5.-Estructura o arquitectura de redes industriales: Esquema unifilar.Instalaciones de fuerza y alumbrado.

ELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA

- Distribución radial ramificada



- Ventajas**

- En caso de producirse un defecto solo se desactiva un circuito.
- Los defectos se localizan con facilidad
- Se puede realizar el mantenimiento o extensión de un circuito manteniendo el servicio en el resto.

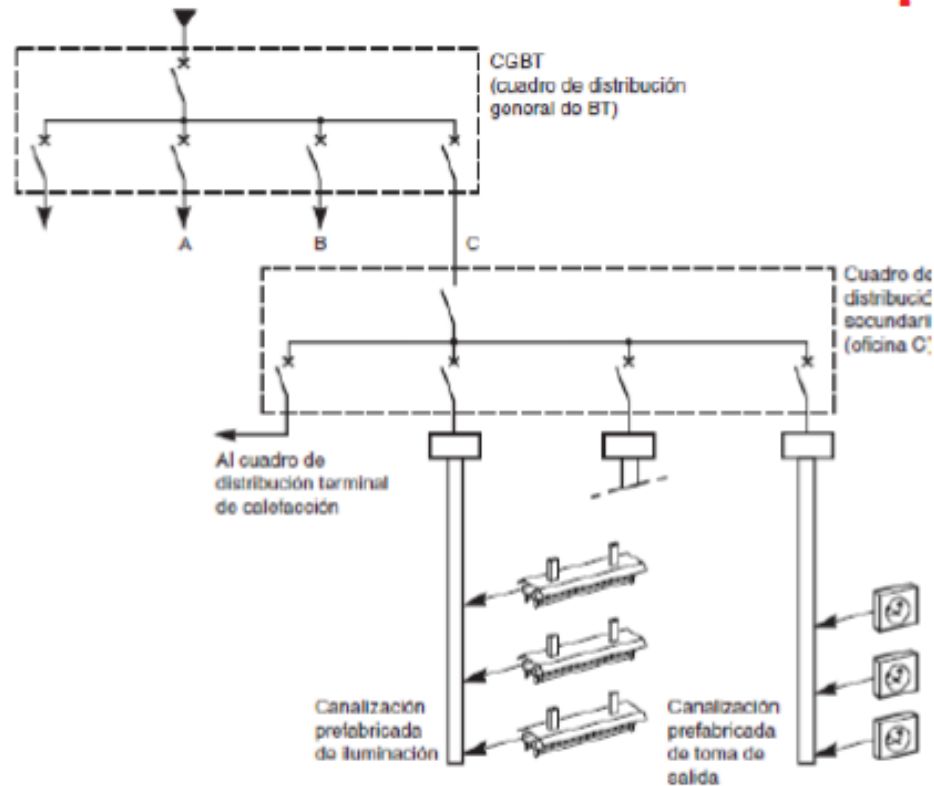
- Inconvenientes:**

- Un defecto en los cables procedentes del cuadro de distribución general, corta el suministro a los cuadros de distribución secundaria relacionados

5.5.-Estructura o arquitectura de redes industriales: Esquema unifilar. Instalaciones de fuerza y alumbrado.

ELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA

- Distribución radial ramificada con canalización prefabricada en distribución terminal a sistemas de iluminación y tomas de corriente

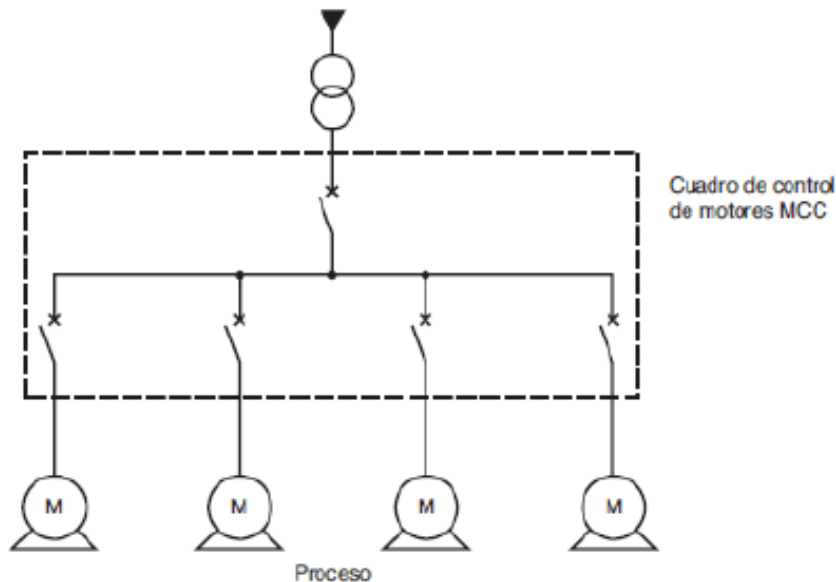


- Ventajas**
 Instalaciones modulares sometidas a cambios frecuentes

5.5.-Estructura o arquitectura de redes industriales: Esquema unifilar.Instalaciones de fuerza y alumbrado.

ELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA

- Distribución radial pura



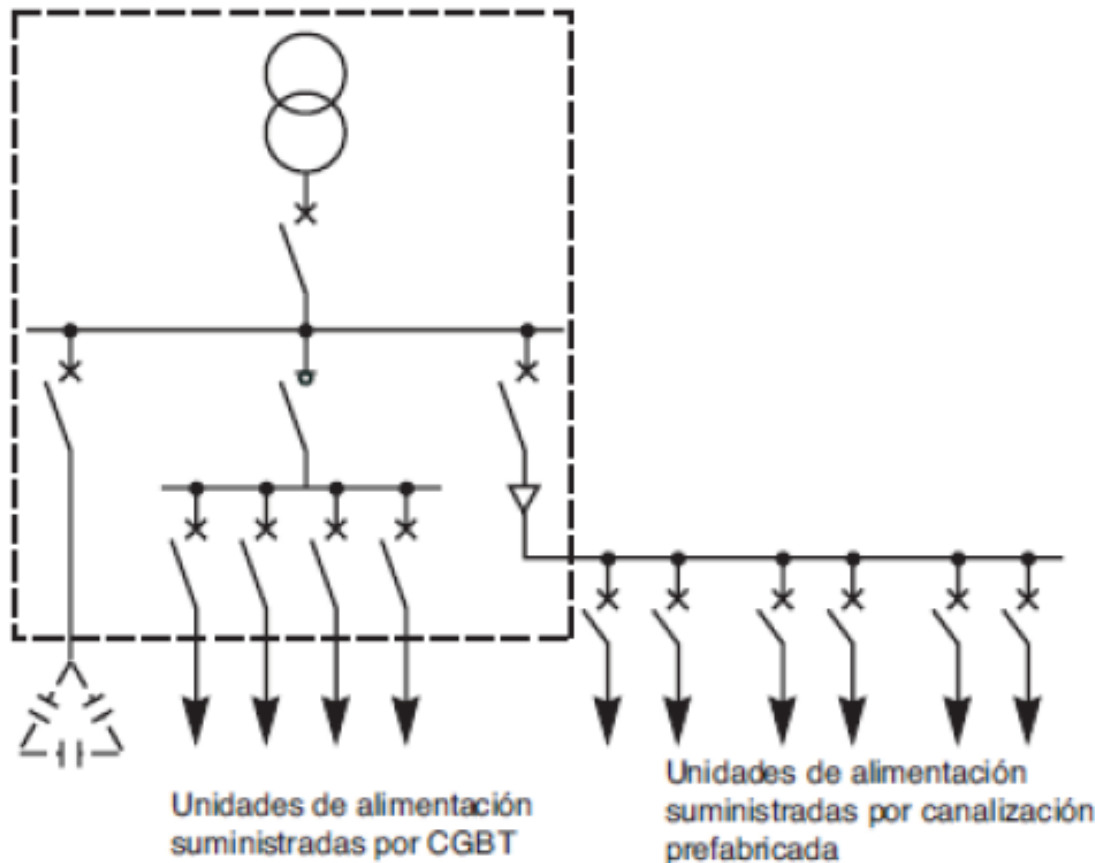
- **Ventajas**
 - En caso de producirse un defecto solo se desactiva un circuito.
- **Inconvenientes:**
 - Exceso de cobre debido al número y longitud de los circuitos

5.5.-Estructura o arquitectura de redes industriales: Esquema unifilar.Instalaciones de fuerza y alumbrado.

ELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA

- Distribución mixta desde los CGBT y canalizaciones eléctricas

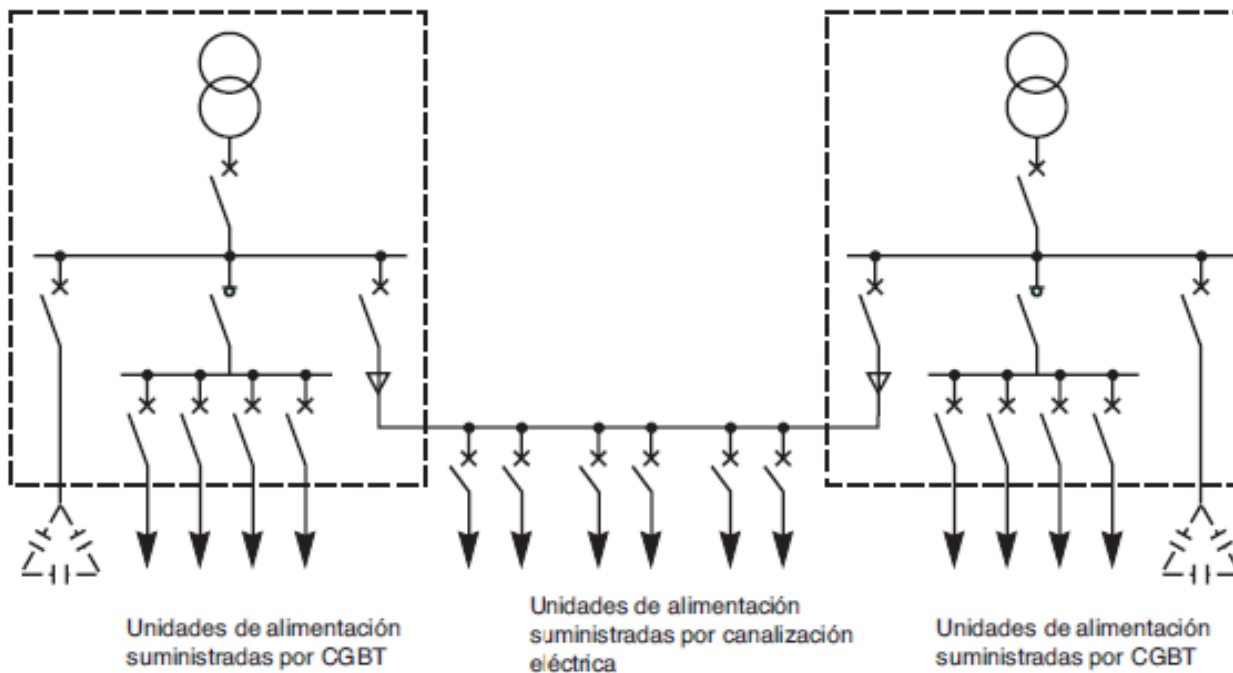
- Con un solo CGBT



5.5.-Estructura o arquitectura de redes industriales: Esquema unifilar.Instalaciones de fuerza y alumbrado.

ELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA

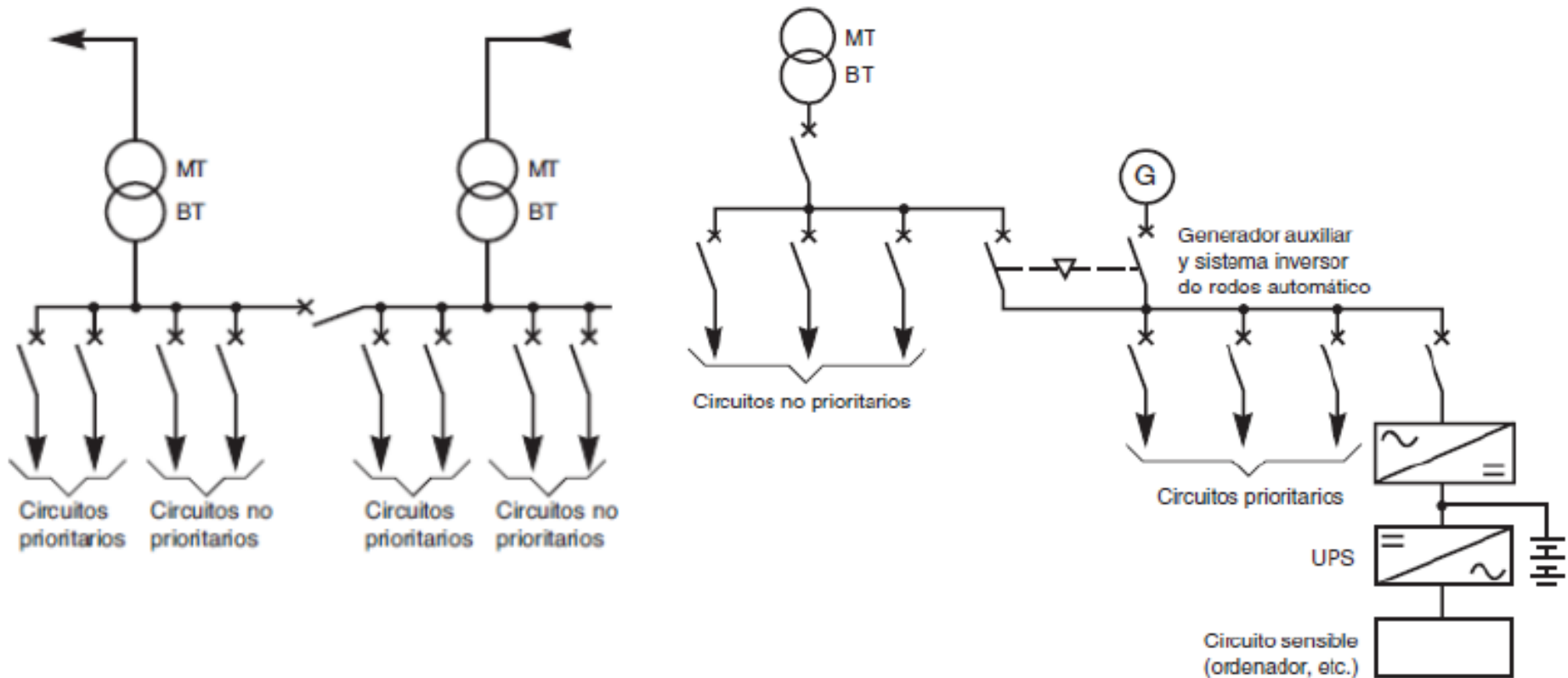
- Distribución mixta desde los CGBT y canalizaciones eléctricas
 - Con dos CGBT
 - Ventajas
 - Mayor flexibilidad de diseño y de disponibilidad de energía.
 - Las fuentes en paralelo garantizan la disponibilidad de la alimentación



5.5.-Estructura o arquitectura de redes industriales: Esquema unifilar.Instalaciones de fuerza y alumbrado.

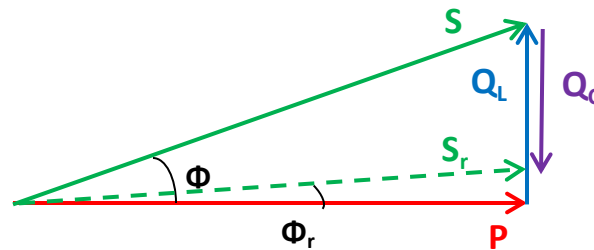
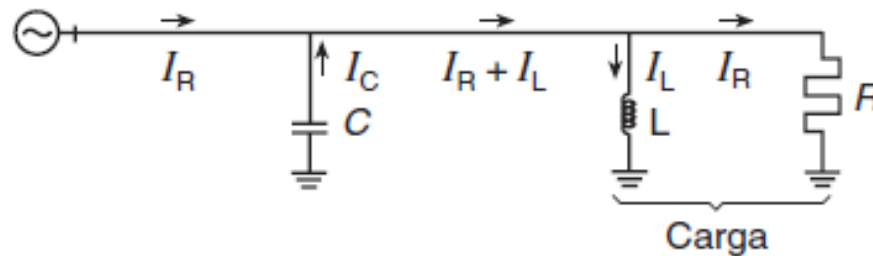
ELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA

- Uso de fuentes de alimentación alternativas



5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos

Batería de condensadores como fuente de energía reactiva



$$Q_c = P * (\tan\phi - \tan\phi_r)$$

5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos

Valores de $\cos\phi$ y $\tan\phi$ para las cargas más comunes

Tipo de carga		$\cos\phi$	$\tan\phi$
Motor de inducción cargado	0%	0,17	5,80
	25%	0,55	1,52
	50%	0,73	0,94
	75%	0,80	0,75
	100%	0,85	0,62
Lámparas incandescentes		1	0
Lámparas fluorescentes (no compensadas)		0,5	1,73
Lámparas fluorescentes (Compensadas)		0,9	0,48
Lámparas de descarga		De 0,4 a 0,6	De 2,29 a 1,33
Hornos por resistencia		1	0
Hornos por inducción o dieléctricos		0,85	0,62
Horno de arco		0,8	0,75
Máquinas de soldar por resistencia		De 0,8 a 0,9	De 0,75 a 0,48
Máquinas de soldar por arco		De 0,7 a 0,9	De 1,02 a 0,48

5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos

Condensadores fijos

En esta configuración se utilizan uno o varios condensadores para obtener la potencia reactiva necesaria.

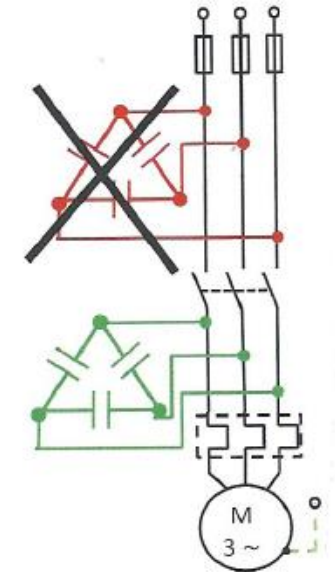
La utilización de esta configuración se suele aplicar en:

- En bornes de los dispositivos inductivos (motores y transformadores).
- En los casos en los que el nivel de carga es razonablemente constante, y no hay riesgo de sobrecompensación.

ITC-BT 43 - Apartado 2.7:

- Se podrá realizar la compensación de la energía reactiva pero en ningún momento la energía absorbida por la red podrá ser capacitiva.
- Se podrá realizar la compensación fija para uno o varios receptores siempre que funcionen por medio de un único interruptor, es decir simultáneamente.
- Para compensar la totalidad de la instalación se deberá instalar un equipo automático.

En la práctica se realiza la compensación fija de algunos motores y de transformadores y una compensación automática para la compensación global en cabecera de la instalación.



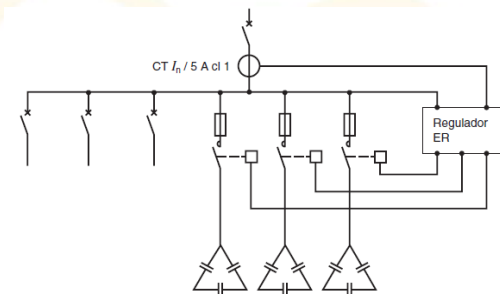
5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos

Baterías automáticas de condensadores

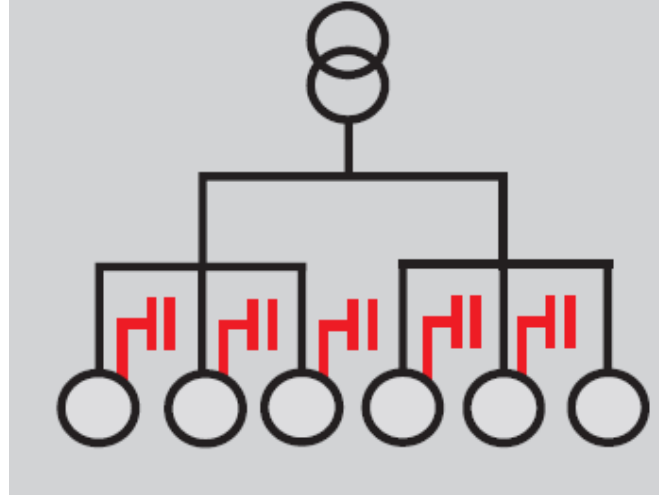
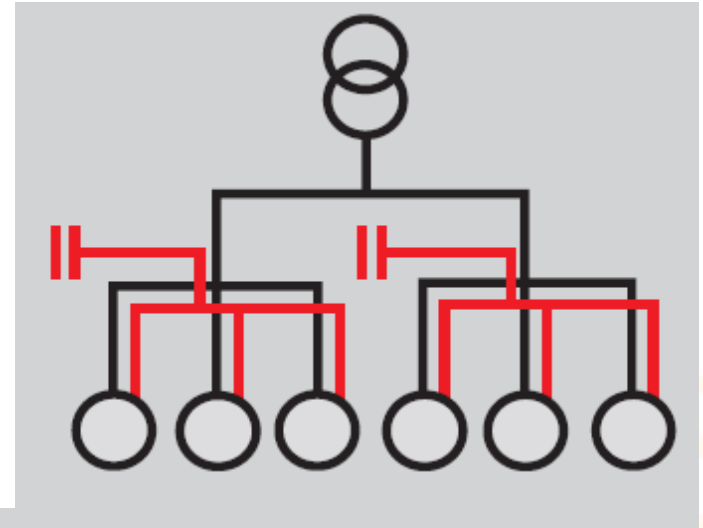
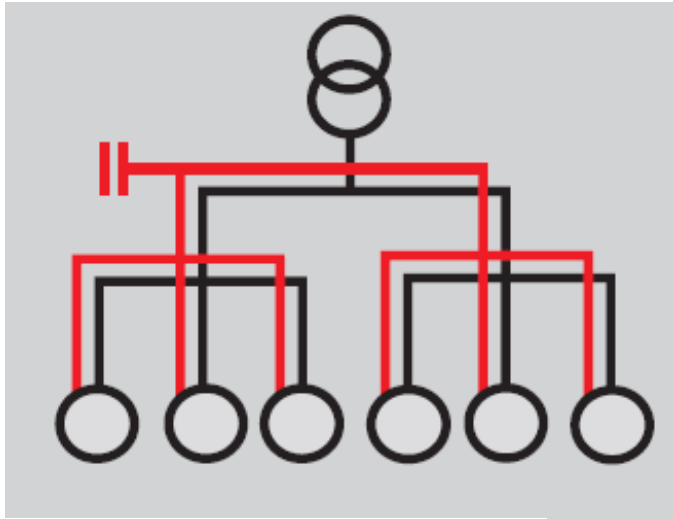
- En la cabecera de la instalación en el embarrado del CGBT.
- En la salida de un cuadro secundario muy cargado.

Un equipo de compensación automática está constituido por:

- El regulador:
- Los contactores:
- Los condensadores:



5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos



5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos

$$Q_c = Q_o + F_c^2 * Q_{carga}$$

$$Q_c = \sqrt{(I_{opu} * S_n)^2 - P_{fe}^2} + F_c^2 * \sqrt{(U_{ccpu} * S_n)^2 - P_{cu}^2}$$

Q_c .- Potencia reactiva a compensar

Q_o .- Potencia reactiva en vacío

F_c .- Factor de carga

Q_{carga} .- Potencia reactiva en carga

I_{opu} .- Intensidad en vacío

U_{ccpu} .- Tensión de cortocircuito

S_n .- Potencia nominal

P_{fe} .- Pérdidas en el hierro

P_{cu} .- Pérdidas en el cobre

5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos

Compensación en motores

El factor de potencia de un motor es muy bajo en regímenes de vacío (sin carga) o con una carga débil.

La corriente reactiva que absorbe un motor asíncrono es prácticamente constante y tiene un valor aproximado del 90% de la intensidad de vacío.

Es conveniente desconectar todo motor que trabaje en vacío y no sobredimensionarlos.

Se puede realizar la compensación fija en bornes de un motor siempre que se tomen las precauciones siguientes:

- Si se realiza una compensación fija del motor, el condensador debe estar directamente conectado a los terminales de dicho motor
- Si el motor arranca con ayuda de algún dispositivo especial, tal como resistencias, inductancias, estrella triángulo o autotransformadores, es recomendable utilizar condensadores accionados por contactores
- Evitar la autoexcitación:
- No compensar motores especiales. como por ejemplo: arrancadores escalonados, o motores reversibles

5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos

Instalación sin compensar

Transformador sobrecargado

$$S = \frac{P}{\cos\phi} = \frac{500}{0,75} = 665 \text{ KVA}$$

La intensidad que circula en la instalación es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} = 960 \text{ A}$$

Las pérdidas en los cables son función del cuadrado de la intensidad:

$$P = 960^2 \cdot R$$

La energía reactiva atraviesa la totalidad de la instalación.

El interruptor de protección y los conductores están dimensionados para la intensidad total

Taller
 500 kW
 Cos $\phi=0,75$

Instalación compensada

630 kVA
400 V

Transformador no está sobrecargado

$$S = \frac{P}{\cos\phi} = \frac{500}{0,98} = 510 \text{ KVA}$$

La capacidad disponible aumenta un

La intensidad que circula en la instalación es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} = 732 \text{ A}$$

Las pérdidas en los cables se reducen:

$$\frac{732^2}{960^2} = 58\%$$

330 kVAr

Aguas abajo de la batería de condensadores, la instalación NO está compensada

La energía reactiva fluye entre el condensador y la carga, descargando al resto de la instalación aguas arriba del punto de conexión.

Taller
 500 kW
 Cos $\phi=0,98$

5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos

- Condiciones de Instalación:
- Los cables de potencia y los aparatos de mando y protección de los condensadores deberán soportar en régimen permanente, de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal asignada del condensador,

$$I_n > \frac{Q}{\sqrt{3} * U_n}$$

- Transitorios de tensión e intensidad

El pico que se crea no es superior a dos veces la tensión nominal.

En el caso que un condensador ya estuviera cargado se puede alcanzar un valor máximo próximo a tres veces el valor del pico nominal normal de la tensión. Esta condición máxima se produce cuando:

- La tensión existente en el condensador es igual al valor máximo de la tensión nominal.
- Los contactos de la conexión se cierran en el momento de valor de tensión máximo.
- La polaridad de la tensión del sistema de alimentación es opuesta a la del condensador cargado.

5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos



Programa

SisVar

Cydesa PFC

LogiAlpes

CRP

Fabricante

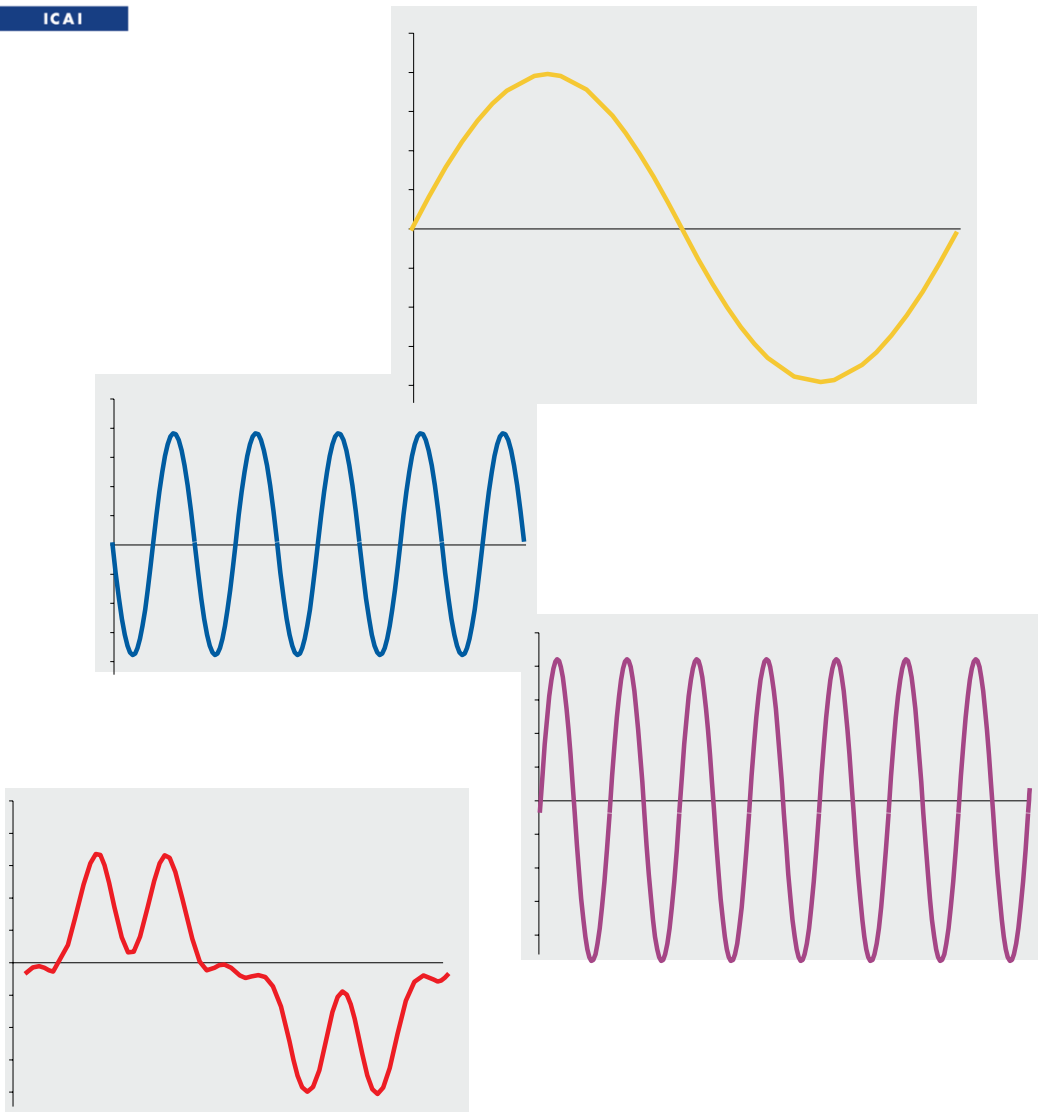
Schneider Electric

Cydesa

Legrand

Circuitor

5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos



Resonancia
paralelo

Efectos
de los
armónicos

Bajo factor
de potencia

Sobrecarga

5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos

- **Interferencias producidas por convertidores, variadores de velocidad, SAI, etc.**
- *Se recomienda protección individual*
 - **Cargas no lineales distribuidas en la red**
 - **Convertidores, hornos de inducción, UPS, lámparas de descarga, etc.**
 - *Se recomienda protección global de red*
- **Cargas monofásicas no lineales entre fase y neutro**
- **Equipos electrónicos, alumbrado de descarga, etc.**
- *Se recomienda protección por zonas*

5.6.-Mejora del factor de potencia y filtrado de Armónicos

→ Resonancias LR:

→ Filtros LCL y LCL-~~LC~~

→ Filtros DNL

→ Diferenciales inmunizados

→ Filtros ~~de~~

→ Filtros de ~~de~~

→ Filtros activos AFD

→ Filtros de rechazo FR, FRE:

— 3% al dominar armónicas 5ª, 7ª

— 14% al el 3ª armónico es grande

→ Filtros de absorción regulados:

— FAR-O, FARE-O (5ª y 7ª armónico)

— FAR-III (5ª, 7ª, 11ª, 13ª)

→ Filtros ACTIVO como sin equilibrio de fase, AFD

→ Filtros FOL y FOLT

→ Transformador separador TSA

→ Filtros activos AFD

Soluciones de filtrado CRCUTOR

5.7.-Ahorro de energía eléctrica en plantas industriales.

- **Monitorización de los consumos**
- **Ajuste del término de Potencia en la factura de la luz**
- **Mejora de la Iluminación con sistemas más eficientes.**
- **Sistemas de aprovechamiento de luz natural**
- **Uso de maquinaria moderna más eficiente. Mejora de la eficiencia de motores**
- **Compensación de la energía reactiva mediante baterías de condensadores**
- **Ahorro en sistemas de climatización y mejora de la envolvente térmica**
- **Optimización de instalaciones de aire comprimido**
- **Utilización de sistemas de recuperación de energía residual**

5.8.-Supervisión y control de suministro

- Software de gestión y control
- Pasarelas de comunicación Power Logic
- Medida multifunción Power Logic
- Aparamenta de medida
- Medida básica de panel
- Analizadores de redes

5.9.-Métodos de comprobación del correcto funcionamiento de la instalación

Verificación previas a la puesta en servicio de las Instalaciones eléctricas (ITC-BT-05)

- La ITC-BT-19 y la norma UNE-HD 60.364-6 comprende tanto la verificación por examen como la verificación mediante medidas eléctricas.
 1. Medida de continuidad de los conductores de protección.
 2. Medida de la resistencia de puesta a tierra (ITC-BT-18).
 3. Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores.
 4. Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes, cuando se utilice este sistema de protección.
 5. Medida de la rigidez dieléctrica.
 6. Medida de las corrientes de fuga (ITC-BT-19, ITC-BT-24).
 7. Medida de la impedancia de bucle (ITC-BT-24).
 8. Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales (ITC-BT-24).
 9. Comprobación de la secuencia de fases.
- La ITC-BT-18 establece las verificaciones a realizar en las puestas a tierra.

5.9.-Métodos de comprobación del correcto funcionamiento de la instalación

Inspecciones(ITC-BT-05)

- Inspecciones iniciales

- a) Instalaciones industriales que precisen proyecto, con una potencia instalada superior a 100 kW;
- b) Locales de Pública Concurrencia;
- c) Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas;
- d) Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW;
- e) Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW;
- g) Quirófanos y salas de intervención;
- h) Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior 5 kW.

5.9.-Métodos de comprobación del correcto funcionamiento de la instalación

Inspecciones(ITC-BT-05)

- Inspecciones periódicas
 - **Cada 5 años:** todas las instalaciones eléctricas que precisaron inspección inicial
 - **Cada 10 años:** Las comunes de edificios de viviendas de potencia total instalada superior a 100 kW