 PROYECTO DETELSA Sacyl. infraestructuras Ingeniería eléctrica. etsii. uva	Guía_Suministro_Hospitales-v3
	FECHA: 19-11-2010
Guía de esquemas de suministro y sistemas de distribución en centros hospitalarios	

ESQUEMAS DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A CENTROS HOSPITALARIOS

ÍNDICE

[INTRODUCCIÓN](#)

[TIPOS DE SUMINISTRO](#)

[CRITERIOS DE DISEÑO DE CONTINUIDAD DEL SUMINISTRO](#)

[FUENTES DE SUMINISTRO. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN EN MT.](#)

ETAPAS DE TRANSFORMACIÓN

[ARQUITECTURA DE ALIMENTACIÓN EN BT](#)

IDENTIFICACIÓN DE CUADROS

[TIPIFICACIÓN DE CARGAS](#)

[DISTRIBUCIÓN INTERIOR EN BT](#)

[GESTIÓN TÉCNICA CENTRALIZADA](#)

INTRODUCCIÓN

Dos de los criterios más importantes como factores de diseño de las instalaciones eléctricas de distribución en centros hospitalarios son la seguridad de suministro y la seguridad de utilización de la energía eléctrica.

Ciertamente, la pérdida total o parcial de energía eléctrica en un hospital puede causar importantes problemas:

- El apagón de los sistemas de iluminación podría impedir la finalización de ciertas tareas médicas y/o procedimientos quirúrgicos.
- La falta de energía eléctrica podría provocar la inutilización de ciertas pruebas de diagnóstico así como la pérdida de recursos vitales como los del banco de sangre por falta de refrigeración.
- La falta de alimentación eléctrica de sistemas electro-mecánicos de soporte vital como equipos de respiración asistida, máquinas de diálisis, etc., podría ser fatal para el paciente.

La seguridad, en cuanto a la utilización, es otro de los criterios particularmente importantes del diseño en las instalaciones hospitalarias porque:

- El contacto del personal médico con equipos eléctricos es una rutina diaria.
- El estado físico de los pacientes puede hacerlos muy vulnerables al peligro asociado al choque eléctrico. Choques eléctricos que no afectarían seriamente a una persona sana podrían ser fatales en un paciente.
- El personal del mantenimiento de estas instalaciones tiene un contacto diario con equipos eléctricos tanto en tareas preventivas como correctivas.

En este documento nos centraremos en el aspecto relativo a la continuidad del suministro.

El objetivo general del mismo es establecer unas filosofías de diseño que ayuden a mejorar la fiabilidad, seguridad y operatividad de las

instalaciones eléctricas en un hospital. No se pretende, por tanto, recoger todos los casos particulares, ni por extensión, las instalaciones ya existentes.

TIPOS DE SUMINISTRO

El reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), tipifica a los hospitales como locales de pública concurrencia, por lo que deberán contar, al menos, con dos tipos de suministro eléctrico según la ITC-BT-28:

1. un suministro normal (SN) de acuerdo a la previsión de cargas que en el hospital se estimen. Este suministro normal es el que se efectúa habitualmente por una empresa suministradora.
2. y un suministro complementario (SC), que en el caso de un hospital deberá ser un suministro de reserva, definido en el art. 10 del REBT, como aquel dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora, con una potencia mínima del 25 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal, cuando falle el suministro normal. Este suministro complementario puede efectuarse según el art. 10 del REBT:
 - a) por la misma empresa suministradora, cuando disponga de medios de transporte y distribución independientes
 - b) por otra empresa suministradora distinta
 - c) por el usuario mediante medios de producción propios

además, la ITC-BT-38, establece la necesidad de un suministro especial complementario (SEC), por ejemplo con baterías, para hacer frente a los requerimientos de la lámpara de quirófano o sala de intervención y equipos de asistencia vital, debiendo entrar en servicio automáticamente en menos de 0,5 segundos (corte breve) y con una autonomía no inferior a 2 horas.

La Gerencia Regional de Salud de la Junta de Castilla y León establece, para sus hospitales, unas garantías de fiabilidad y calidad del suministro eléctrico que, (como se verá a continuación), superan los requerimientos del REBT anteriores. En efecto y en general:

- ✚ El suministro normal se realizará desde la red de AT/MT mediante una doble acometida de líneas independientes y, a ser posible, con garantía de potencia en ambas líneas.

- ✦ Se garantizará el funcionamiento del hospital en modo isla mediante el suministro de energía a determinadas cargas juzgadas como esenciales para la seguridad, la atención de los pacientes y la operación efectiva del hospital a través de medios propios de producción (fundamentalmente a través de grupos electrógenos). Éste debe ser (al menos) un suministro duplicado en el sentido del art. 10 del REBT; es decir, capaz de mantener un servicio, al menos, del 50 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.
- ✦ Se ampliará la necesidad de SEC a otras cargas consideradas críticas para el buen funcionamiento del hospital, no incluidas en la ITC-BT-38, fundamentalmente garantizando el servicio sin corte.
- ✦ Además de los anteriores, en un hospital, por razones de seguridad en situaciones de máxima emergencia y/o catástrofe, deberá preverse la infraestructura necesaria que permita la utilización de una o varias fuentes exteriores de socorro móvil tales como grupos electrógenos carrozados.

CRITERIOS DE DISEÑO DE CONTINUIDAD DEL SUMINISTRO

Globalmente, la calidad de servicio de energía eléctrica en lo que a continuidad del mismo se refiere en las instalaciones interiores del hospital, depende de factores tanto internos como externos; entre otros: del punto de entrega de la energía al centro, del nivel de tensión, de los niveles de calidad de la red de distribución utilizada por la compañía suministradora, del diseño de la propia subestación, en su caso, de la segregación de circuitos, de la coordinación de protecciones, de la existencia de fuentes alternativas propias, de la selección de materiales, etc.

Consideraciones básicas de carácter general

- La instalación debe poseer capacidad para restaurar el servicio perdido en determinados circuitos después de despejar una avería o una sobrecarga.
- Los dispositivos de protección deben permitirnos aislar una avería de la forma más selectiva posible, de tal manera que su efecto no se propague más allá de la zona donde se produce.

- Debe diseñarse un adecuado número y segregación de circuitos y cargas de tal manera que pueda reducirse al mínimo el efecto de un corte de suministro.
- Las cargas no lineales y las de alto contenido en armónicos deberán alimentarse de forma separada de otras.
- Debe preverse y minimizarse, en lo posible, el efecto que las caídas de tensión que grandes motores, con grandes corrientes de arranque como, por ejemplo, ascensores, compresores de aire, bombas de vacío, grandes refrigeradores, etc., puedan provocar en otros equipos sensibles. Bien mediante un diseño de circuitos de alimentación separados; bien, mediante el empleo del correspondiente equipo de control de arranque, ya sea electrónico o no.
- Debe diseñarse un adecuado sistema de deslastre de cargas y de conexión secuencial de otras que evite la circulación de grandes corrientes transitorias que puedan hacer disparar los dispositivos de sobreintensidad de corriente y/o sobrecargar el generador de emergencia, en su caso.
- Debe preverse de antemano y minimizarse, en lo posible, el efecto de la aparición de variaciones de tensión como consecuencia de fenómenos atmosféricos, conmutaciones externas, etc.
- La arquitectura del sistema tiene que ser versátil y flexible de tal forma que permita el aumento de las cargas y/o cambios en la capacidad de las fuentes.

En lo que sigue de este documento se desarrollarán estos aspectos

FUENTES DE SUMINISTRO. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN EN MT.

La alimentación del suministro normal se realizará desde la red pública en MT/AT. Para mitigar en lo posible los efectos de las averías con origen en las redes de AT/MT y obtener un nivel de fiabilidad mucho mayor que con un único alimentador para uso general del servicio, se recomienda, siempre que sea posible, un diseño redundante de la acometida de red al hospital, utilizando dos líneas externas, realmente separadas; es decir, alimentadas desde subestaciones y/o transformadores y trazados independientes.

Para evitar interrupciones provocadas por otras cargas, es preferible que las líneas sean dedicadas desde su origen; es decir de uso exclusivo para el centro hospitalario.

En la Fig.1.- se ha representado, esquemáticamente, un ejemplo de doble acometida a un hospital desde un centro de seccionamiento de la compañía distribuidora, alimentado desde subestaciones diferentes.

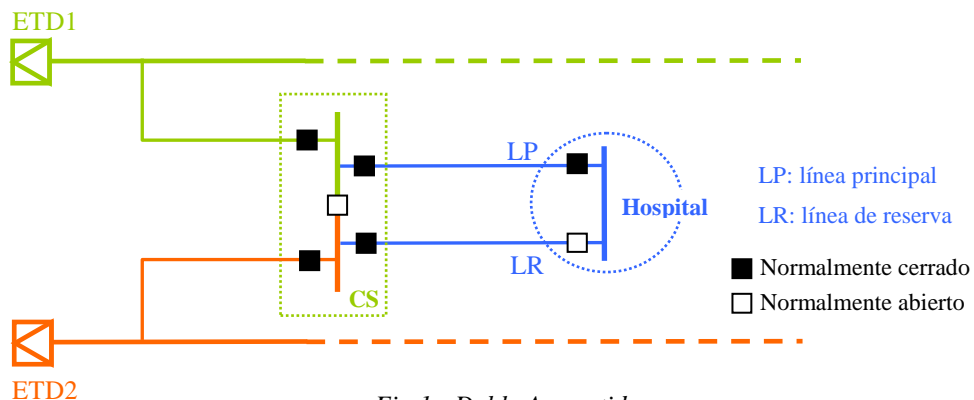


Fig.1.- Doble Acometida

Es aconsejable que la línea de reserva (LR) tenga garantía total de potencia. En este caso, la transferencia de la acometida desde la línea principal (LP) a la de reserva debe realizarse de manera automática cuando se produzca un fallo en la línea principal (y no haya falta interior); es decir, cuando no haya tensión en dicha línea principal o bien, cuando ésta descienda por debajo del 70% de su valor nominal. Si alguna de línea es compartida, como ayuda a la explotación, la transferencia automática deberá contar con teleseñalización de las posiciones del interruptor.

Cuando la transferencia automática se realice mediante autómatas programables, debe preverse que éstos dispongan de una alimentación segura a través de un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) con alarma remota (visual y sonora) de desconexión de red.

Para evitar maniobras innecesarias ante fallos de carácter transitorio, la transferencia debe iniciarse después del fallo del primer reenganche.

Cuando esté prevista la existencia de cogeneración en el hospital, deben preverse los mecanismos de control adecuados para que ésta se desconecte de la red, antes de realizarse la transferencia si no se ha contemplado el suministro de energía, hacia la red pública, a través de la línea de reserva.

Obviamente, si la línea de reserva no tiene asegurada garantía de potencia, la instalación de un telemando para la conmutación de líneas reduce los tiempos de indisponibilidad de suministro en el punto de entrega de la energía frente a una conmutación no automática.

En cualquier caso, deben preverse los mecanismos que permitan la vuelta al esquema de explotación normal sin corte de tensión, siempre que sea posible el acoplamiento de ambas líneas.

Dada la tendencia de dispersión horizontal en el diseño de los hospitales, se aconseja que la doble acometida de red vaya hasta un centro de seccionamiento de abonado (Fig.2.), desde donde se diseñará una red propia en MT, con topología en anillo y explotación radial; es decir, con redundancia stand-by que contemple la posibilidad de dobles caminos alternativos de alimentación evitando en su trazado e instalación posibles fallos en modo común. Esta red de MT dará servicio a los centros de transformación y será la encargada de proporcionar la energía a los Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT).

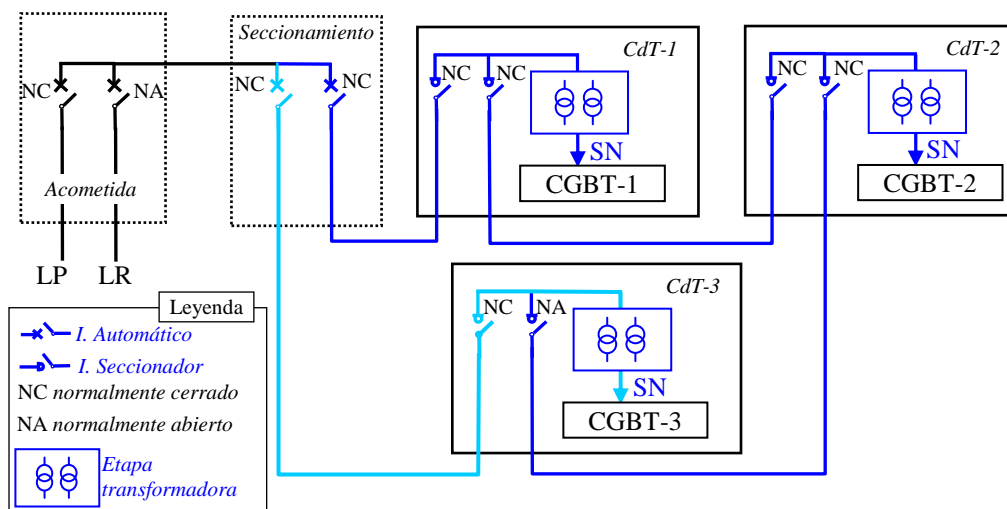


Fig.2.- Esquema en anillo de la Red de MT para el Suministro Normal

El diseño requerirá un estudio de coordinación de protecciones en general y en particular con respecto a la cabecera de red, de manera que se pueda aislar una falta interna de la forma más selectiva posible, y su efecto no se propague más allá de la zona donde se produzca la avería.

Para facilitar la explotación se recomienda que la aparamenta de red de MT se realice con elementos motorizados y extraíbles. Así mismo, como ayuda

a la reconfiguración del anillo de MT ante un hipotético fallo en alguno de los cables del mismo, se recomienda la instalación de elementos de detección de paso de falta en las entradas y salidas de cada centro de transformación.

Siempre que el diseño del hospital aconseje una arquitectura con más de un centro de transformación, se recomienda que uno de los centros sea dedicado sólo para uso industrial (central térmica y frigorífica, bombas de presión y recirculación, etc.) y, preferiblemente, localizado lo más cerca posible del centro de seccionamiento. Si el diseño incorporase únicamente un centro de transformación, al menos un CGBT deberá ser dedicado para uso industrial.

Dada la imposibilidad de asegurar una independencia estocástica entre las dos alimentaciones externas y el bajo nivel de fiabilidad de la estructura que quedaría aguas abajo, la segunda acometida no puede considerarse como fuente única de suministro complementario. Dicho **suministro complementario debe garantizarse a través de medios propios de producción, generalmente gracias a grupos electrógenos.**

Por seguridad y con la intención de mejorar el rendimiento de explotación de los grupos, la generación de este suministro complementario se realizará de forma centralizada con grupos en paralelo con conmutación única en MT (Fig.3.). De esta manera, tanto el SN como el SC se proporcionará a los CGBT a través de la misma red de MT.

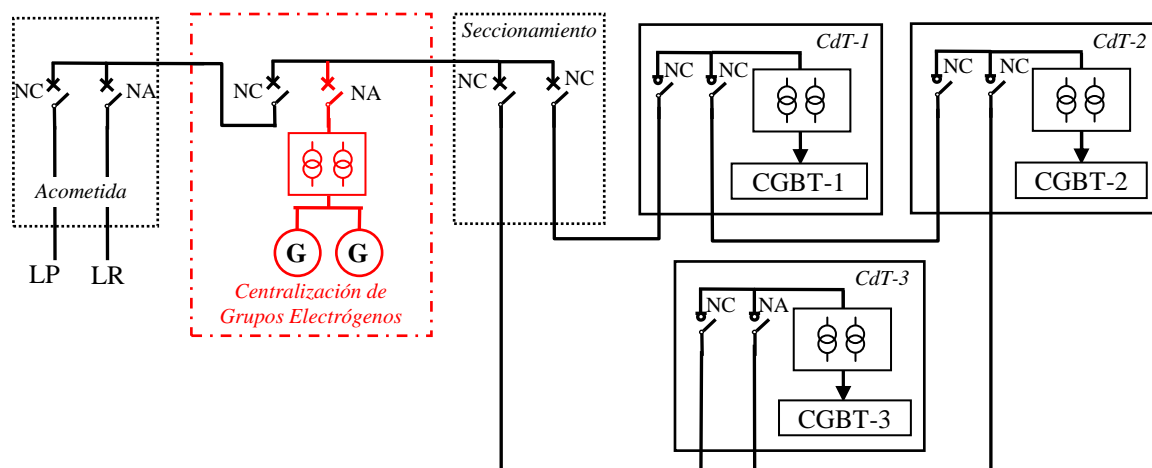


Fig.3.- Red de MT para SN y SC con Generación Centralizada y conmutación única en MT

En explotación, el control de los grupos debe permitir la programación del arranque de los mismos cuando se detecte un fallo en la alimentación a

través de la línea principal. No obstante la conexión a la red debe temporizarse y realizarse sólo cuando también falle la transferencia de la acometida exterior a la línea de reserva.

Al tratarse de generación centralizada con grupos en paralelo, deben preverse los mecanismos de control adecuados para que la conexión/desconexión de cada uno de los grupos a la red pueda realizarse de forma independiente y en función de la carga conectada. El control debe incorporar un equipo que garantice el sincronismo de los grupos y los enclavamientos adecuados para que, ante una maniobra manual o automática, impida el acoplamiento si el sincronismo no se ha realizado.

Estos grupos, además de cumplir las características de servicio exigida por la norma ISO 8528 a los grupos de emergencia, deberán ser capaces de cubrir el 100% de las necesidades de las cargas esenciales del hospital (ver tipificación de cargas) de forma estable y continua. Para ello, cada grupo deberá contar con un depósito de combustible propio que garantice su funcionamiento durante, al menos, 24 horas consecutivas; y, deberá preverse un tanque exterior con capacidad suficiente para garantizar el suministro de combustible durante, al menos, 8 días.

El equipo de control de los grupos debe incorporar, como prestación, la posibilidad de realizar maniobras de transferencia de carga sin corte entre el grupo electrógeno y la red, de tal manera que permita:

- El retorno, sin corte (sin paso por cero), al esquema de explotación normal tras un fallo de la alimentación externa y reposición de esta.
- La realización de operaciones de mantenimiento con conexiones y desconexiones de carga real sin corte.
- La realización de transferencias de carga sin corte en funcionamiento programado en horas punta, si fuera el caso.

Para ello:

- Se deberá disponer de un equipo de sincronización automático que permita el acoplamiento con la red durante un tiempo máximo de 5 segundos.
- Deberán incluirse, en el lado de MT de los grupos, sistemas de protección de máxima y mínima tensión, de frecuencia, de sobrecarga y contra corrientes de cortocircuito.

- Además, deberán incluirse los sistemas de protección que eviten el envío de energía desde los grupos a la red

Las fuentes encargadas de proporcionar el Suministro Especial Complementario, donde sea requerido, estarán formadas por sistemas de baterías acumuladoras (autónomos y/o centrales) y/o por Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI) en configuración distribuida y/o centralizada en su caso.

Para hacer frente a situaciones de máxima emergencia y/o catástrofe, en los hospitales de la Gerencia Regional de Salud de la Junta de Castilla y León, deberá preverse la infraestructura necesaria que permita la utilización de una o varias fuentes exteriores de socorro móvil tales como grupos electrógenos carrozados. Para tal fin los CGBT dispondrán de una acometida de emergencia preparada para poder conectar directamente un grupo electrógeno exterior. Esta acometida se encontrará protegida con un automático con enclavamiento manual con la entrada normal en baja tensión del cuadro.

Etapas de Transformación. Consideraciones básicas generales

La concentración de grandes potencias en pocos transformadores, aunque parece ser una buena opción desde el punto de vista de costes y mantenimiento, debe ser descartada desde la perspectiva de fiabilidad. Además, la división en menores potencias, contempla la posibilidad de independizar servicios y obtener una mejor y más flexible infraestructura en BT.

Se procurará que la alimentación de los cuadros generales de baja tensión se realice a través de transformadores conectados en paralelo a las mismas barras colectoras y de la misma potencia.

En cada centro de transformación, se preverá la necesidad de disponer de un transformador de reserva de la misma potencia.

Los centros de transformación y las máquinas en ellos instaladas, en general, deberán ser acorde a los requerimientos del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; y en particular, a las instrucciones MIE-RAT-13, sobre puestas a tierra, y la MIE-RAT-14, sobre instalaciones de interior, en lo referente a seguridad eléctrica. Cuando los transformadores se

alojen en el interior de celdas de fábrica con puertas de malla metálica, para impedir la entrada de personal a partes de la instalación sometidas a tensión, las puertas de acceso contarán con cerradura y contactos con enclavamiento a la puesta a tierra del transformador.

ARQUITECTURA DE ALIMENTACIÓN EN BT

Dada la dispersión horizontal de estas instalaciones se aconseja una arquitectura de distribución en BT como la representada esquemáticamente en la Fig.4.

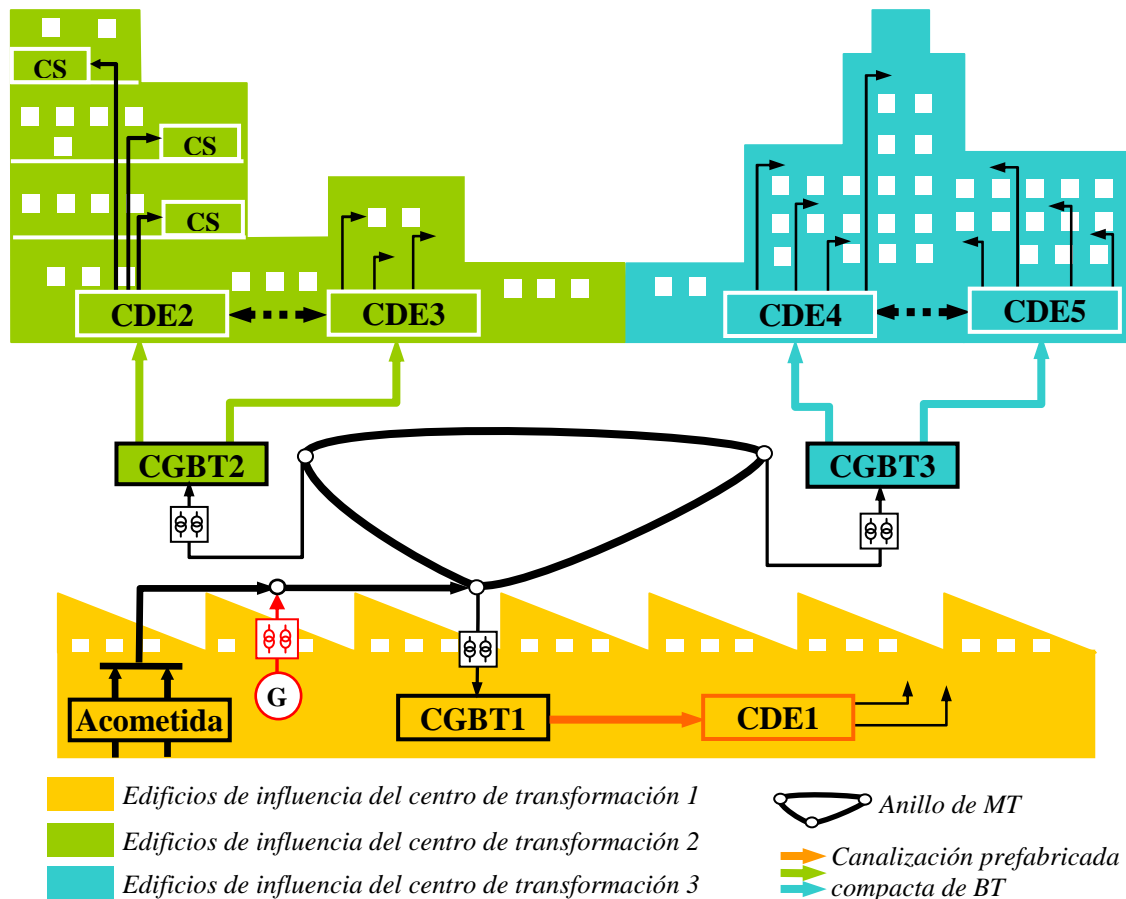


Fig.4.- Arquitectura de distribución en BT

Donde:

CGBT – *Cuadro General de Baja Tensión*. Es el punto de entrega de la energía en BT. Habrá tantos como requiera el servicio y al menos uno por centro de transformación.

CDE – *Cuadro de Distribución de Edificio*. Habrá al menos uno por edificio. Es el punto de entrega de la energía a los edificios y desde el se distribuirá a los diferentes usos. Para las cargas que alimente de ese edificio hará las veces de CGBT.

CS – *Cuadro Secundario*. Habrá los necesarios del sistema de distribución interior y al menos uno por planta. Estos cuadros serán alimentados desde el CDE o desde otros cuadros secundarios.

Con carácter general, cada CGBT alimentará los Cuadros Generales de Distribución de los Edificios de su área de influencia. Esta distribución se realizará mediante canalizaciones prefabricadas compactas. El diseño preverá un camino alternativo de alimentación desde el CGBT a cada CDE, ya sea mediante un doble juego de barras o bien creando un anillo con otros CDE (◀...▶ *fig.4*), explotándose, en cualquier caso, de forma radial.

En complejos pequeños, si el área de influencia de un centro de transformación es un sólo edificio, el CDE coincidirá con el CGBT.

Si los edificios son muy grandes, se permitirá dividir el edificio en partes virtuales alimentadas desde diferentes CDE. Es decir, un edificio puede tener más de un CDE.

Dependiendo de las necesidades funcionales, en algunos edificios, algunas plantas tendrán más de un CSD para dar servicio a determinadas zonas de manera más eficaz.

Identificación

Genéricamente, los cuadros eléctricos en estas instalaciones serán identificados mediante el siguiente sistema de campos:

tipoherencia(situación).servicio

Donde el significado de cada campo es el siguiente.

◆ *tipo*: tipo de cuadro de acuerdo con la siguiente tabla

<i>tipo</i>	Denominación
CGBT	Cuadro General de Baja Tensión
CDE	Cuadro de Distribución de Edificio
CS	Cuadro Secundario

Tanto desde el CDE como desde un CS podrá suministrarse energía a:

- otros CS situados en la misma o en diferentes plantas
- ramales de circuitos que alimenten receptores finales situados en la misma o en diferentes plantas.

◆ *herencia*: representa el camino de la alimentación desde su origen en Baja Tensión. Se construirá como una cadena numérica, de longitud variable, con la siguiente estructura:

hijo.padre.abuelo.bisabuelo.etc.

dependiendo de los niveles en los que se diseñe la estructura arborescente de alimentación de las cargas o receptores finales. El significado de estos identificadores es el siguiente:

hijo: número entero que representa el número de orden del cuadro dentro del nivel superior: “*padre*”

padre: número entero que representa el número de orden del cuadro dentro del nivel superior: “*abuelo*”

abuelo: número entero que representa el número de orden del cuadro dentro del nivel superior: “*bisabuelo*”

y así sucesivamente.

Si *tipo* = **CGBT**, entonces *herencia* = *hijo*

<u>Ejemplos</u>	
identificador	significado
CGBT1	Cuadro General de Baja Tensión nº 1
CGBTj	Cuadro General de Baja Tensión nº j

Si *tipo* = **CDE**, entonces *herencia* = *hijo.padre*

<u>Ejemplos</u>	
identificador	significado
CDE1.3	Cuadro General de Distribución del Edificio nº 1 alimentado desde el CGBT3

Si *tipo* = **CSD**, entonces:

a) *herencia* = *hijo.padre.abuelo* si es un CS alimentado directamente desde un CDE

b) *herencia* = *hijo.padre.abuelo.bisabuelo* si es un CS alimentado desde otro CS

<u>Ejemplos</u>	
identificador	significado
CS2.1.3	CS nº 2 alimentado, a través del CDE de edificio nº1, desde el CGBT nº3
CS4.2.1.3	CS nº 4 alimentado por el CS nº 2, a través del CDE de edificio nº1, desde el CGBT nº3

Con esta estructura, la herencia de un CGBT se construirá con un solo dígito, la de un CDE se formará con dos dígitos, la de un CS alimentado directamente desde un CDE se formará con tres dígitos; y constará de cuatro dígitos la del CS alimentado desde otro CS.

◆ (*situación*): en el caso más general, este campo tendrá dos componentes separados por una coma:

(*nivelv, nivelh*)

- *nivelv* es el número entero que identifica, en vertical, la planta física donde está instalado el cuadro. Parece lógico asociar este campo a la planta del edificio, de tal manera que:

2	Segunda Planta
1	Primera Planta
0	Planta baja del edificio
-1	Planta sotano 1

- *nivelh* es un campo alfanumérico (opcional) por si fuera necesario la identificación de zonas, alas, cuadrículas, etc., dentro de un mismo nivel vertical. Podría emplearse por ejemplo:

montante1, montante2,

ala este, ala oeste,

zona administración, zona servicios,

En el supuesto que no se incluya el *nivelh*, el campo situación estaría formado únicamente por el componente *nivelv*.

◆ *Servicio*: campo (opcional), formado por un conjunto de caracteres alfanuméricos que identifiquen de forma inequívoca el servicio que atiende el cuadro eléctrico. Por ejemplo: Ascensor, Bombas, Rayos, Iluminación, o siglas asociadas. Este campo, aunque opcional, debe incluirse siempre que sea posible.

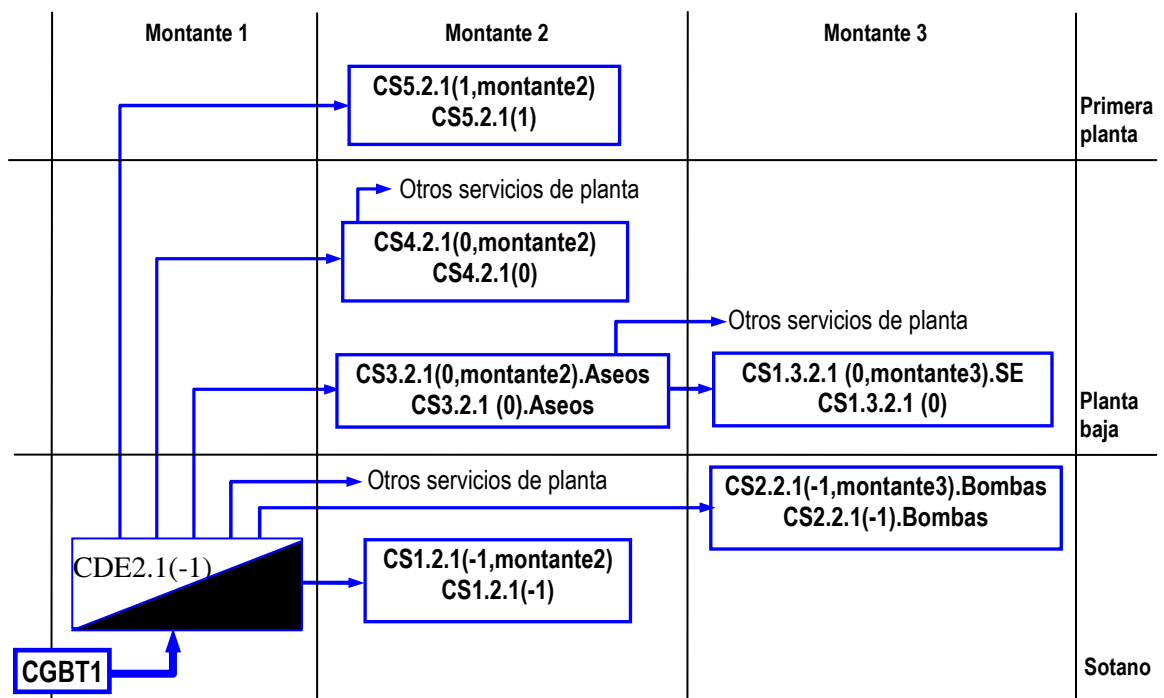


Fig.5.- Ejemplos de identificación de cuadros en una instalación

TIPIFICACIÓN DE CARGAS

En los hospitales de la Gerencia Regional de Salud de la Junta de Castilla y León se dispondrá de tres fuentes de suministro de energía eléctrica que denominaremos:

- Red (Red pública exterior en su variante de doble acometida).
- Grupos electrógenos
- Baterías/SAls

Desde el punto de vista de garantía de servicio, de forma genérica, clasificaremos las cargas de un hospital en dos grandes bloques: Cargas Esenciales y Cargas No Esenciales.

En condiciones normales de explotación, ambos tipos son alimentados a través del suministro normal de red; sin embargo, debe preverse que las cargas esenciales puedan ser alimentadas, en caso de fallo de la alimentación normal, de forma continuada y estable y con unos tiempos de conmutación establecidos reglamentariamente.

1. **Cargas Esenciales**, las que, por motivos asistenciales, de seguridad y de la operación efectiva del hospital, requerirán una garantía adicional de suministro. Esta garantía adicional de suministro ante un fallo de red será proporcionada por los grupos electrógenos para cargas sin necesidades específicas de conmutación e, inicialmente, por las baterías/SAls en los casos que se requiera una conmutación sin corte o corte breve. Así pues, dentro del grupo de cargas esenciales distinguiremos:

1.a) Cargas Esenciales Críticas las que, además, requieren conmutación sin corte ó una alimentación alternativa suplementaria automática disponible como máximo en 0,5 segundos. Dentro de este grupo se incluirán cargas como las siguientes:

- ✚ Con una autonomía no inferior a 2 horas:
 - En las salas y locales que requieren esquema IT de alimentación según la directriz de la Gerencia Regional de Salud de la Junta de Castilla y León sobre seguridad eléctrica en áreas de uso médico.
 - Lámparas quirúrgicas, allá donde las hubiera.

- Equipos electromédicos fijos de asistencia vital. Dichos equipos serán alimentados a través de los transformadores de aislamiento.
 - Todo el alumbrado general de dichas salas, con características de alumbrado de reemplazamiento según ITC-BT-28.
 - El alumbrado de reemplazamiento de las zonas de hospitalización según ITC-BT-28.
- ✚ Con una autonomía no inferior a 1 hora:
 - El alumbrado de seguridad del centro tal y como se recoge en la ITC-BT-28 en sus diferentes tipos (de evacuación, ambiente y de las zonas de alto riesgo) y que debe disponer de fuentes propias de energía para su uso exclusivo y directo.
 - ✚ Sin autonomía predefinida:
 - La instalación dedicada a los sistemas informáticos, que incluye el CPD, servidores, repartidores y su climatización.
 - La alimentación del/los equipos/s de control de los grupos electrógenos.
 - Las bombas de la planta de tratamiento de agua para diálisis.
 - Sistemas de ventilación y extracción de humos generales y en particular los de las campanas de las cocinas.
 - Los sistemas de llamada a las enfermeras y sus controles.
 - ✚ Otros sistemas de control con equipos autónomos como por ejemplo:
 - Sistemas de protección contra incendios que lo requieran.
 - Sistemas de megafonía y comunicaciones del hospital.
 - Dispositivos de alarma y control exigidos en los sistemas de abastecimiento de gases medicinales.

Con el objeto de proporcionar un servicio estable y continuado, una vez superada la garantía de servicio continuo o de corte breve mediante las fuentes propias (baterías/SAls), arrancados y conectados los grupos electrógenos, estas cargas deberán pasar a ser alimentadas por el sistema de grupos de forma automática. En definitiva, las fuentes encargadas de suministrar energía a este tipo de cargas serán la Red, las baterías/SAls y los grupos electrógenos.

1.b) **Cargas Esenciales NO Críticas.** Se incluirán las que por el servicio que prestan, pueden soportar interrupciones de corta o media duración; es decir, al menos, el tiempo necesario para el arranque y conexión de los grupos electrógenos, evitando conmutaciones innecesarias frente a situaciones transitorias en la red. Las fuentes de suministro de energía para este conjunto de cargas serán, por tanto, la Red y los grupos electrógenos.

En definitiva, las cargas esenciales no críticas deberán ser transferidas a la alimentación alternativa de forma automática en un tiempo máximo de 20 segundos desde el fallo de la alimentación normal. Su servicio debe estar garantizado incluso con algún grupo eléctrico en estado de fallo. Dentro de este grupo se podrán incluir cargas como las siguientes:

- ⊕ La iluminación en los cuartos:
 - que alberguen las fuentes centrales propias de alimentación complementaria (grupos generador y/o baterías acumuladoras en su caso) y los equipos de transferencia esenciales.
 - donde se instalen los motores de los ascensores.
- ⊕ Ascensores de evacuación seleccionados. En cualquier caso, por seguridad, todos los ascensores del edificio deben incorporar como especificación de diseño, los medios que permitan la operación del mismo, para la liberación de las personas que pudieran haber quedado atrapadas entre dos pisos, como consecuencia de una interrupción de la alimentación normal.
- ⊕ Sistemas de bombas contra incendios.
- ⊕ Sistemas de ventilación y extracción de las campanas de vapores de los laboratorios, áreas de medicina nuclear donde se use material radioactivo y productos de anestesia.
- ⊕ Sistemas de ventilación y extracción en áreas de uso médico y zonas de infecciosos e inmunodeprimidos.
- ⊕ Equipos eléctricos para el abastecimiento de gases medicinales, aire comprimido, bombas de vacío, equipos de anestesia.
- ⊕ La alimentación de las bombas y accesorios de los equipos de suministro de combustible a los grupos electrógenos.
- ⊕ Cargadores de baterías, en su caso.

- ⊕ Puertas automáticas de entrada y salida del edificio. En cualquier caso, por motivos de seguridad, dichas puertas deben incorporar, como especificación de diseño, la funcionalidad de abrirse automáticamente, en caso de fallo de la alimentación eléctrica, y permanecer abiertas hasta que se recupere el servicio.

Estas cargas se corresponderán, por tanto, con una situación de hospital mínimo, generada como consecuencia del hipotético fallo de alguno de los grupos, de la asociación en paralelo, encargados de proporcionar el suministro complementario.

2. Cargas **No Esenciales**, las que, por el servicio que presten, no requerirán una garantía adicional de suministro. Esto es, en general, su única fuente de suministro será la Red. Ante un fallo en la alimentación de red, quedarán sin servicio, y sólo lo recuperarán cuando haya sido subsanado el defecto. En este grupo podrán incluirse cargas como:

- ✘ Los equipos fijos de la central frigorífica (enfriadoras, torres, bombas, etc.), excluyendo los de la ventilación en áreas de uso médico y en las zonas de infecciosos e inmunodeprimidos.
- ✘ Los equipos fijos de la lavandería.
- ✘ Los equipos fijos de Radiología, exceptuando los de la zona de urgencias.
- ✘ Los equipos fijos de la cocina, salvo la ventilación y extracción de humos de las campanas de cocina.
- ✘ Equipos de esterilización.
- ✘ El resto de ascensores no establecidos como cargas esenciales No críticas. En cualquier caso por seguridad, todos los ascensores del edificio deben incorporar como especificación de diseño los medios que permitan la operación del mismo, para la liberación de las personas que pudieran haber quedado atrapadas entre dos pisos, como consecuencia de una interrupción de la alimentación normal.
- ✘ El resto del alumbrado del edificio no recogido explícitamente como carga esencial crítica, pudiendo excluirse el de oficinas y zonas de administración si así se estableciera.
- ✘ Equipos de autoclaves.

✚ Equipos de calefacción.

No obstante, se permitirá que algunas de estas cargas, preestablecidas de antemano, puedan ser transferidas, secuencialmente, a la alimentación alternativa de forma manual o automática retardada en función de la demanda. El servicio de estas cargas no se garantiza en los casos de sobrecarga o de fallo de algún grupo electrógeno. Como ejemplos de este tipo de cargas cuyas fuentes de alimentación serían Red/Grupo, con tiempos de conmutación superiores a 20 segundos, podemos establecer los siguientes:

- ✚ El resto de ascensores no establecidos como cargas preferentes. En cualquier caso por seguridad, todos los ascensores del edificio, deben incorporar como especificación de diseño, los medios que permitan la operación del mismo, para la liberación de las personas que pudieran haber quedado atrapadas entre dos pisos, como consecuencia de una interrupción de la alimentación normal.
- ✚ El resto del alumbrado del edificio no recogido explícitamente como carga esencial crítica, pudiendo excluirse el de oficinas y zonas de administración si así se estableciera.
- ✚ Equipos de autoclaves.
- ✚ Equipos de calefacción.

En el esquema de la Fig.6. se ha recogido la secuencia de conexión de los diferentes tipos de cargas ante un fallo de la alimentación normal de red que implique el suministro a través de los grupos electrógenos.

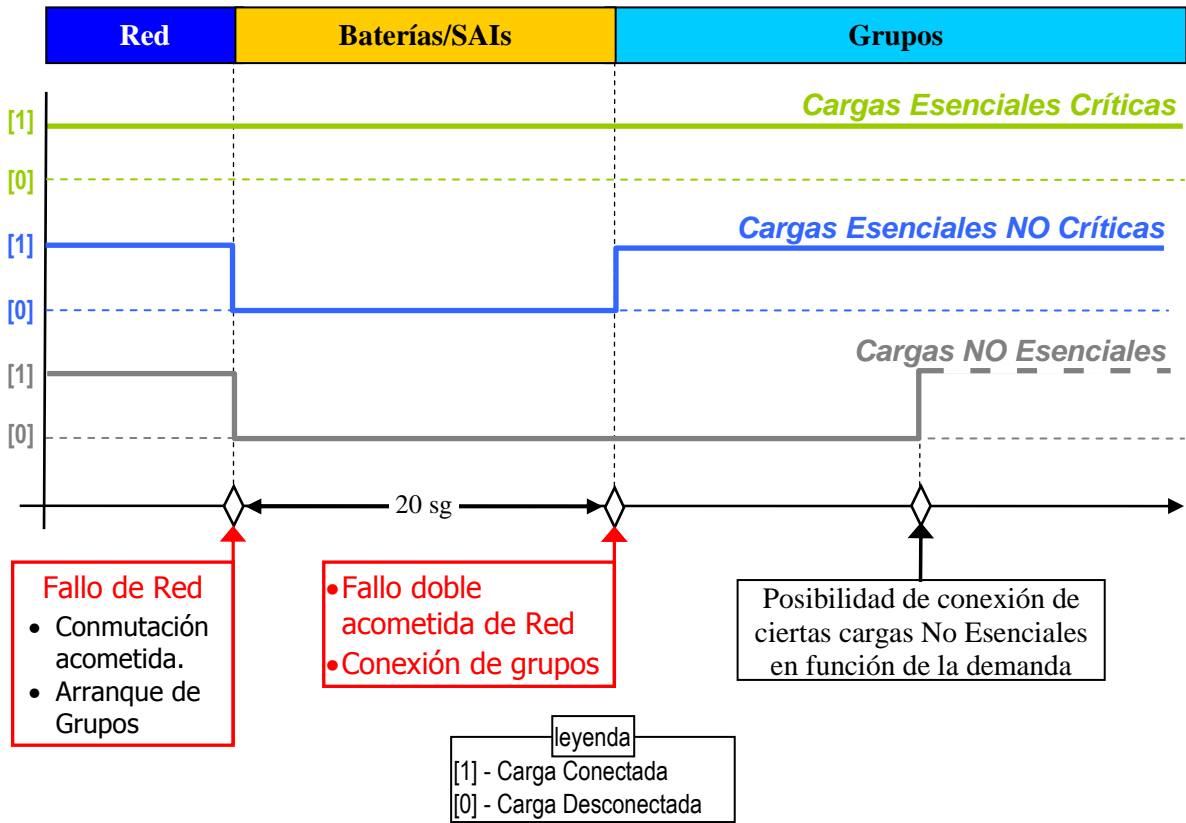


Fig.6.-Esquema de la secuencia de conexión de los diferentes tipos de cargas

DISTRIBUCIÓN INTERIOR EN BT

En virtud de la tipificación de cargas realizadas, con el objeto de prever y minimizar, en lo posible, el efecto que grandes cargas y cargas no lineales puedan tener sobre otras más sensibles y, con la intención de reducir al mínimo el efecto de un corte de suministro con origen en BT, los sistemas de distribución interior para las instalaciones eléctricas de un hospital se dividirán en dos categorías desde su origen en los CDE: el Sistema Eléctrico No Esencial y el Sistema Eléctrico Esencial. Un esquema de los sistemas de distribución típicos en un hospital podemos verlo en la figura Fig.7.

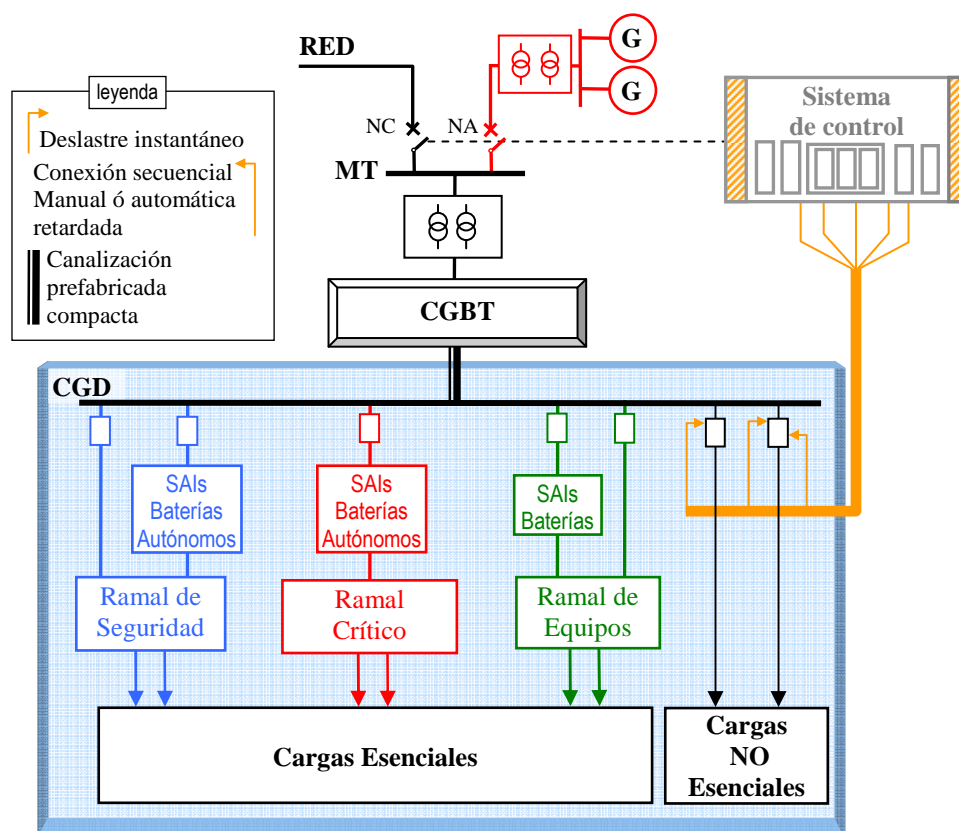


Fig.7.-Sistemas de distribución interior en BT

El Sistema Eléctrico No Esencial estará compuesto por los equipos y circuitos que proveen energía eléctrica desde la fuente de suministro normal a las cargas que no se juzgan como vitales ni esenciales para un funcionamiento efectivo de la instalación hospitalaria; es decir, a las cargas tipificadas como No Esenciales. En general, ante un fallo de red que provoque la conexión de los grupos, este sistema se quedará sin servicio, volviéndose a conectar cuando se

recupere el suministro normal. A este sistema pertenecerán los circuitos que alimenten cargas como las siguientes:

- Los equipos fijos de la central frigorífica (enfriadoras, torres, bombas, etc.), excluyendo los de la ventilación en áreas de uso médico y en las zonas de infecciosos e inmunodeprimidos.
- Los equipos fijos de la lavandería.
- Los equipos fijos de Radiología, exceptuando los de la zona de urgencias.
- Los equipos fijos de la cocina, salvo la ventilación y extracción de humos de las campanas de cocina.
- Equipos de esterilización
- El resto de ascensores no establecidos como carga *esencial No crítica*. En cualquier caso por seguridad, todos los ascensores del edificio, deben incorporar como especificación de diseño, los medios que permitan la operación del mismo, para la liberación de las personas que pudieran haber quedado atrapadas entre dos pisos, como consecuencia de una interrupción de la alimentación normal.
- El resto del alumbrado del edificio no recogido explícitamente como carga esencial crítica, pudiendo excluirse el de oficinas y zonas de administración si así se estableciera.
- Equipos de autoclaves.
- Equipos de calefacción.

No obstante, deberá preverse la posibilidad de que cargas No Esenciales como las siguientes puedan ser transferidas a los grupos, secuencialmente, de forma manual o automática retardada, en función de la demanda:

- ✓ El resto de ascensores no establecidos como carga *esencial No crítica*. En cualquier caso por seguridad, todos los ascensores del edificio, deben incorporar como especificación de diseño, los medios que permitan la operación del mismo, para la liberación de las personas que pudieran haber quedado atrapadas entre dos pisos, como consecuencia de una interrupción de la alimentación normal.

- El resto del alumbrado del edificio no recogido explícitamente como carga esencial crítica, pudiendo excluirse el de oficinas y zonas de administración si así se estableciera.
- Equipos de autoclaves.
- Equipos de calefacción.

Este sistema podrá descomponerse en los ramales y/o circuitos que se estime conveniente en función de las características de las diferentes cargas.

El Sistema Eléctrico Esencial deberá ser diseñado para asegurar un determinado nivel de continuidad de servicio eléctrico a ciertas cargas juzgadas como esenciales tanto desde el punto de vista de seguridad, como del cuidado de pacientes y de la operación efectiva del hospital durante el tiempo en que el servicio eléctrico normal esté interrumpido por cualquier razón. El Sistema Eléctrico Esencial será el encargado de suministrar energía eléctrica a las cargas esenciales tipificadas en el epígrafe anterior.

Por motivos de fiabilidad, es aconsejable desagrupar el Sistema Eléctrico Esencial en tres ramales independientes desde su origen en los CDE. Estos ramales son el de *seguridad*, el *crítico* y el de *equipos*.

1. *El ramal de seguridad* debe limitarse a los circuitos esenciales que garanticen la seguridad de las personas en situación de emergencia y que incluyen los establecidos como tales en la ITC-BT-28:

- Los sistemas contra incendios que incluyen:
 - El sistema de detección y alarmas.
 - El sistema de bombas.
- Los ascensores de evacuación seleccionados incluyendo la iluminación, el control, la comunicación y señalización de las cabinas, si fuese el caso.
- El alumbrado de seguridad del centro tal y como se recoge en la ITC-BT-28 en sus diferentes tipos (de evacuación, ambiente y de las zonas de alto riesgo).
- El alumbrado de las zonas de hospitalización considerado de reemplazamiento, según la ITC-BT-28.

- El alumbrado general de las salas de las áreas catalogadas en la directriz de la Gerencia Regional de Salud de la Junta de Castilla y León sobre seguridad eléctrica en áreas de uso medico, con características de alumbrado de reemplazamiento según ITC-BT-28.
 - Los sistemas de megafonía y comunicaciones del hospital cuando son utilizados para dar instrucciones en caso de emergencia.
 - La iluminación en los cuartos:
 - que alberguen las fuentes centrales propias de alimentación complementaria (grupos generador y/o baterías acumuladoras en su caso) y los equipos de transferencia esenciales.
 - donde se instalen los motores de los ascensores.
2. *El ramal crítico* debe incluir los circuitos esenciales que garanticen la atención crítica a los pacientes. Podrá descomponerse en los ramales y/o circuitos que se estime conveniente en función de las características de las diferentes cargas. Desde este ramal se alimentarán cargas como:
- Los paneles de aislamiento de las salas que requieren alimentación a través de un esquema IT según la directriz de la Gerencia Regional de Salud de la Junta de Castilla y León sobre seguridad eléctrica en áreas de uso medico, allá donde las hubiese. Las lámparas quirúrgicas y los equipos electromédicos fijos de asistencia vital.
 - Los sistemas de llamada a las enfermeras y sus controles allá donde estuviesen.
 - La instalación dedicada a los sistemas informáticos, que incluye el CPD, servidores, repartidores y su climatización.
 - La alimentación del/los equipo/s de control de los grupos electrógenos.
 - Dispositivos de alarma y control exigidos en los sistemas de abastecimiento de gases medicinales.
3. *El ramal de equipos* debe alimentar el conjunto de cargas, trifásicas o no, consideradas como esenciales para la operación básica del hospital y para el cuidado general de los pacientes. Este ramal de equipos debe estar diseñado e instalado de tal manera que equipos como los siguientes, puedan conectarse al suministro complementario de forma **automática** en un tiempo máximo de 20 segundos:

- Puertas automáticas de entrada y salida del edificio. En cualquier caso, por motivos de seguridad, dichas puertas deben incorporar, como especificación de diseño, la funcionalidad de abrirse automáticamente, en caso de fallo de la alimentación eléctrica, y permanecer abiertas hasta que se recupere el servicio.
- Cargadores de baterías, en su caso.
- Sistemas de ventilación y extracción de humos generales y en particular los de las campanas de las cocinas.
- El sistema de bombas de la planta de tratamiento de agua para diálisis.
- Sistemas de ventilación y extracción de las campanas de vapores de los laboratorios, áreas de medicina nuclear donde se use material radioactivo y productos de anestesia.
- Sistemas de ventilación y extracción de infecciosos e inmunodeprimidos.
- Equipos eléctricos para el abastecimiento de gases medicinales, aire comprimido, bombas de vacío, equipos de anestesia.
- La alimentación de las bombas y accesorios de los equipos de suministro de combustible a los grupos electrógenos.

Este ramal podrá subdividirse en los circuitos o ramales que se estime conveniente en función de las características de conmutación de los diferentes equipos.

En la *Fig.8* podemos ver un resumen de la conexión entre la tipología de las cargas y los ramales de distribución.

Cargas	tipo			conex.GE		ramal			
	C	NC	NE	A	MAR	S	C	E	NE
Lámparas quirúrgicas.	■			■			■		
Equipos electromédicos fijos de asistencia vital.	■			■			■		
Alumbrado general de salas de las áreas de uso médico.	■			■		■			
El alumbrado de reemplazamiento de zonas de hospitalización.	■			■		■			
El alumbrado de seguridad	■			■		■			
La instalación dedicada a los sistemas informáticos.	■			■			■		
La alimentación de equipos de control de grupos electrógenos.	■			■			■		
La planta de tratamiento de agua para diálisis	■			■				■	
Sistemas de ventilación y extracción de humos generales y en particular los de las campanas de las cocinas.	■			■				■	
Los sistemas de llamada a las enfermeras y sus controles.	■			■			■		
Sistemas de detección de fuego y de alarmas de incendio.	■			■		■			
Sistemas de megafonía y comunicaciones del hospital	■			■		■			
Dispositivos de alarma y control exigidos en los sistemas de abastecimiento de gases medicinales.	■			■			■		
La iluminación en los cuartos que alberguen las fuentes centrales propias de alimentación complementaria		■		■		■			
La iluminación en los cuartos de los motores de los ascensores.		■		■		■			
Ascensores de evacuación		■		■		■			
Sistemas de bombas contra incendios		■		■		■			
Sistemas de ventilación y extracción de vapores de laboratorios, áreas de medicina nuclear y de anestesia.		■		■				■	
Sistemas de ventilación y extracción en áreas de uso médico y zonas de infecciosos e inmunodeprimidos.		■		■				■	
Equipos eléctricos para el abastecimiento de gases medicinales, aire comprimido, bombas de vacío, equipos de anestesia.		■		■				■	
La alimentación de las bombas y accesorios de los equipos de suministro de combustible a los grupos electrógenos.		■		■				■	
Cargadores de baterías		■		■				■	
Puertas automáticas de E/S		■		■				■	
Resto de ascensores			■		■				■
El resto del alumbrado del edificio			■		■				■
Equipos de autoclaves			■		■				■
Equipos de calefacción			■		■				■
Los equipos de la central frigorífica, excluyendo los de ventilación en áreas de uso médico y en las de infecciosos e inmunodeprimidos.			■		-	-			■
Los equipos fijos de la lavandería			■		-	-			■
Los equipos fijos de Radiología, exceptuando los de urgencias.			■		-	-			■
Los equipos fijos de la cocina, salvo la ventilación y extracción de humos de las campanas de cocina.			■		-	-			■
Equipos de esterilización			■		-	-			■

C Carga Esencial Crítica
C Ramal Crítico
A Conexión Automática
NC Carga Esencial No Crítica
S Ramal de Seguridad
MAR Conexión Secuencial Manual ó
NE Carga/Ramal No Esencial
E Ramal de Equipos
 Automática Retardada

Fig.8.- Resumen de la conexión entre la tipología de las cargas y los ramales de distribución

Consideraciones de carácter general

Los circuitos eléctricos que alimenten las áreas de uso médico según la directriz de la Gerencia Regional de Salud de la Junta de Castilla y León sobre “*seguridad eléctrica en áreas de uso medico*” deberán ser exclusivos para dicho uso y, por tanto, independientes de cualquier otro circuito desde su origen en los CDE del edificio.

Se permitirá que los circuitos del ramal de equipos compartan canalizaciones con otros circuitos que no formen parte del sistema eléctrico esencial.

Sí una determinada zona o área se alimente solamente con circuitos del ramal crítico es importante analizar las consecuencias de un fallo entre esa área y las barras del CDE del que procedan, por si fuera necesario la alimentación del área crítica desde puntos diferentes.

Para evitar los efectos e interferencias producidas por la circulación de la corriente del neutro por los cables de protección, por las pantallas de los conductores de los cables de transmisión de señales, por las carcasas metálicas de determinados equipos, etc., por recomendación de la norma UNE 20460-7-710:1998, el sistema de distribución del neutro denominado TN-C se desaconseja en centros hospitalarios.

GESTIÓN TÉCNICA CENTRALIZADA.

Con el propósito de propiciar una óptima gestión energética, en los hospitales dependientes de la Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, deberá preverse la instalación de un sistema automatizado de captación, supervisión y control del suministro eléctrico teniendo como objetivo principal la eficiencia energética.

Se preverá por tanto, la disposición de analizadores de redes, al menos en los siguientes puntos:

- ◆ Llegadas de los transformadores de MT/BT.
- ◆ Llegadas de los grupos electrógenos.
- ◆ En los cuadros principales de climatización.
- ◆ En los cuadros principales de alumbrado.
- ◆ En cualquier otro tipo de carga, asociado a la distribución interior, al servicio que preste, etc., que se considere relevante para la realización de análisis de eficiencia energética.

Así mismo, deberá preverse la elaboración de una base de datos capaz de almacenar datos de comportamiento eléctrico de las instalaciones (datos de consumo y de calidad de onda) junto a otros como tipo de día según el calendario laboral, la temperatura media ambiente en °C a la hora de la grabación de cada registro, etc. Dicha base de datos debe ser el motor de una herramienta que posibilite la gestión integral y centralizada de la energía eléctrica en los hospitales y, que, entre otras funcionalidades, incorpore las siguientes:

- ◆ Informe en tiempo real y en diálogo interactivo de diferentes curvas de carga.
- ◆ Informes de alarmas, como ayudas al control de la demanda, asociados, por ejemplo, a excesos de potencia demandada respecto de la contratada y excesos de energía reactiva a facturar.
- ◆ Informes tipo que contengan la información relevante que permita su comparación con la que aparezca consignada en la factura del suministrador así como la realización de análisis sobre el cumplimiento de la normativa aplicable a la calidad del suministro eléctrico (UNE-EN-50160).

- ◆ Informe de históricos para períodos pasados a selección del usuario que incorporen diversos indicadores de consumo a través de los cuales pueda establecerse el comportamiento eléctrico del hospital por si sólo y frente a otros.

Referencias Bibliográficas

Ministerio de Ciencia y Tecnología. “*Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias*”. Madrid, 2002

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. “*Guías Técnicas de aplicación*” al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

NFPA 70. “*National Electrical Code*”, 2008.

Office Statewide Health Planning and Development. “*Electrical Requeriments for health care facilities. Guide for hospitals*”. Los Angeles, California (USA). 2003

IEEE Std-602. “*Recommended Practice for Electric Systems un Health Care Facilities*”. New York. 1996

MHRA – “*Healthcare interpretation of IEE Guidance Note 7 and IEC 60364-7-710*”. U. K. June 2005

UNE 20460-7-710 – “*Instalaciones eléctricas en edificios. Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Locales de uso médico*”. AENOR, Junio 1998

Gallostra Isern, Juan y otros. “*El diseño de la continuidad eléctrica en sistemas hospitalarios*”. Grupo JG.

Servicio de Infraestructura y Patrimonio. “*Directriz sobre seguridad en áreas de uso médico*”. Gerencia Regional de Salud, Junta de Castilla y León. Enero 2006

Schneider Electric. “*Guía de soluciones del sector hospitalario*”.

Iberdrola. “*Propuesta de acciones para la mejora del suministro eléctrico en hospitales*”. Julio 2009, octubre 2010.

Electra Molins. “*Grupos Electrógenos*”.