

## CONTINUIDAD DE SUMINISTRO ELÉCTRICO EN CENTROS HOSPITALARIOS: ESQUEMAS DE SUMINISTRO, TIPIFICACIÓN DE CARGAS Y DISTRIBUCIÓN INTERIOR

(<sup>1</sup>)Manuel-Vicente Riesco-Sanz, (<sup>1</sup>)Oscar Duque-Pérez, (<sup>1</sup>)Angel-Luis Zorita-Lamadrid, (<sup>1</sup>)Daniel Moríñigo-Sotelo, (<sup>1</sup>)Manuel Muñoz-Cano, (<sup>2</sup>)Miguel-Alejandro Fernández-Temprano, (<sup>2</sup>)Luis-Angel García-Escudero y (<sup>3</sup>) Álvaro Guijarro-Rubio

(<sup>1</sup>) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. Dpto. de Ingeniería Eléctrica, Paseo del Cauce, s/n - 47011 Valladolid. Tfno: +34 983 423654. mvriesco@eii.uva.es

(<sup>2</sup>) UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. Dpto. de Estadística e Investigación Operativa, Paseo del Cauce, s/n - 47011 Valladolid.

(<sup>3</sup>) Servicio de Infraestructuras y Patrimonio, Gerencia Regional de Salud, Paseo de Zorrilla 1- 47007 Valladolid

Recibido: 29/jul/2013 - Aceptado: 26/nov/2013 - DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/ES6944>

### *CONTINUITY OF ELECTRIC SUPPLY IN HOSPITALS: SUPPLY SCHEMES, TYPIFICATION OF LOADS AND INTERIOR ELECTRICAL DISTRIBUTION*

#### **ABSTRACT:**

This paper presents a proposal for electrical supply schemes, the typification of loads and interior electrical distribution for hospitals. The objective is to maximize the hospital operability ensuring the continuity of supply taking into consideration the electric loads characteristics. With this goal, the minimum requirements for these facilities are proposed which surpass the ones established by the electrical legislation.

#### **Keywords:**

Continuity of electric supply, Hospitals, Low Voltage distribution, Typification of loads, Electrical distribution.

#### **RESUMEN:**

En este artículo se presenta una propuesta de los esquemas de suministro eléctrico, la tipificación de cargas y la estructura de distribución interior de una instalación hospitalaria con el objetivo de maximizar la operatividad del hospital. El objetivo fundamental planteado es asegurar la continuidad de suministro eléctrico a las diferentes cargas en función de sus características. Para ello, se plantean unos requisitos mínimos que superan los establecidos por la reglamentación electrotécnica.

**Palabras clave:** Continuidad de suministro eléctrico, Hospitales, Distribución en Baja Tensión, Tipificación de cargas, Distribución eléctrica.

## 1. INTRODUCCION

Uno de los criterios determinantes como factor de diseño de las instalaciones eléctricas de distribución en cualquier edificio, pero de manera especial en centros hospitalarios debido a su funcionalidad, es la continuidad de suministro. Aunque existe una normativa genérica aplicable, las dimensiones de estos centros así como el número de instalaciones que conlleva, puede hacer que se opte por soluciones diferentes a criterio de la ingeniería responsable. Este artículo tiene por objeto clarificar algunos aspectos, homogeneizar criterios y servir de referencia a la hora de diseñar la continuidad de suministro en un centro hospitalario, presentando una propuesta de los esquemas de suministro, la tipificación de cargas y la estructura de distribución interior en BT que proporcionen a las instalaciones hospitalarias unas garantías de fiabilidad y calidad del suministro eléctrico. Los requisitos propuestos se han recogido en forma de directriz [2] en el ámbito de la Gerencia Regional de Salud de Castilla y León.

Hay que tener presente, en primer término, que el reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) [1] 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: un Suministro Normal (SN) de acuerdo a la previsión de cargas que en el hospital se estimen y un Suministro Complementario (SC). Además, la ITC-BT-38 establece la necesidad de un Suministro Especial Complementario (SEC) para ciertas cargas con unos requerimientos de conmutación y autonomía establecidos reglamentariamente.

No obstante, dadas las características y necesidades de las instalaciones hospitalarias, y teniendo en cuenta otras guías tanto nacionales como internacionales elaboradas específicamente para este tipo de instalaciones [4]-[9], en este artículo

se proponen unos requisitos que superan los requerimientos del REBT buscando maximizar de esta forma la operatividad del centro hospitalario.

En concreto, se plantean unas condiciones para el suministro eléctrico, de forma que el SN se realice desde la red de AT/MT mediante una doble acometida de líneas independientes y, a ser posible, con garantía de potencia en ambas líneas. Además, se garantiza 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). Así mismo, 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.

Este artículo se ha dividido, aparte de la introducción y las conclusiones, en tres apartados principalmente. En el apartado 2 se describen las características propuestas para los diferentes tipos de suministro eléctrico descritos anteriormente, incluyendo una serie de esquemas que ilustran estas propuestas. En el apartado 3, se describe la tipificación de las cargas eléctricas de un centro hospitalario y su clasificación como Cargas Esenciales (Críticas y No Críticas) y Cargas No esenciales, y en el apartado 4 se muestra una propuesta de la distribución eléctrica interior en BT para un hospital.

## 2. TIPOS DE SUMINISTRO

La alimentación del suministro normal se realizará desde la red pública en AT/MT. 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 (CS) de la compañía distribuidora, alimentado desde subestaciones diferentes (ETD1 y ETD2).

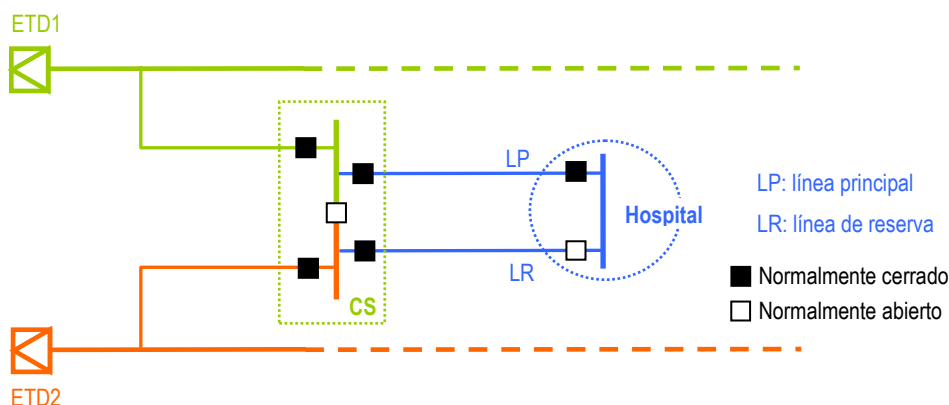


Fig.1: Doble Acometida

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 la 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 [10].

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 imposibilidad de asegurar una independencia estocástica entre las dos alimentaciones externas y el bajo nivel de fiabilidad de la estructura que quedaría aguas abajo [12], 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 [12], la generación de este suministro complementario se realizará de forma centralizada con grupos en paralelo con conmutación única en MT (Fig.2.). De esta manera, tanto el SN como el SC se proporcionarán a los Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) a través de la misma red de MT.

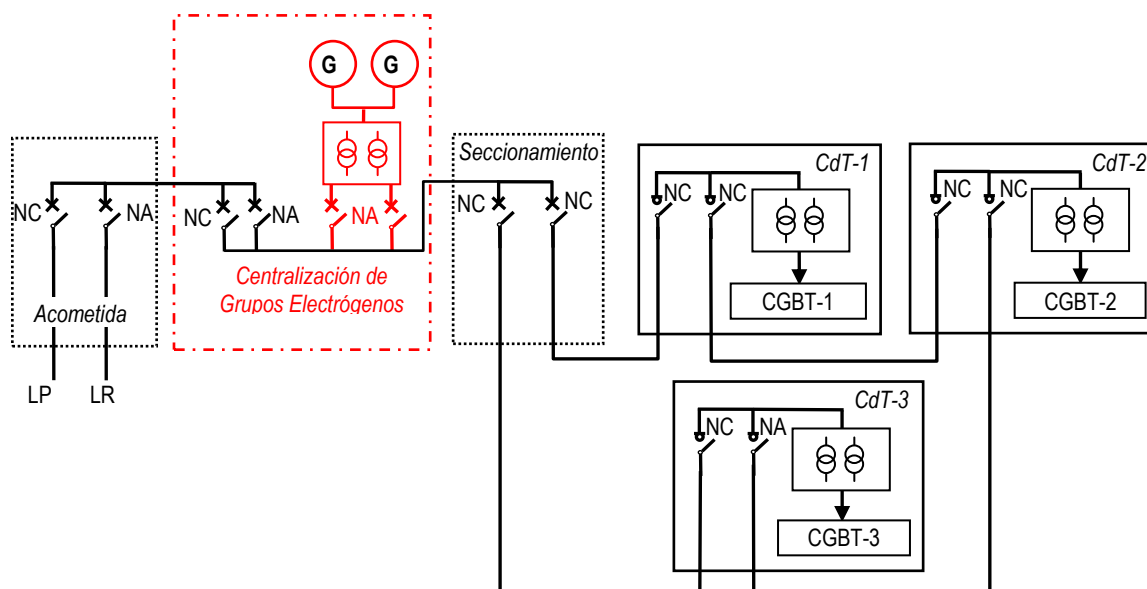


Fig.2: Red de MT para SN y SC con Generación Centralizada y conmutación única en MT

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 exigidas por la norma ISO 8528 [11] a los grupos de emergencia, deberán ser capaces de cubrir el 100% de las necesidades de las cargas esenciales del hospital 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.

En los casos en los que los grupos electrógenos estén dotados de torres de refrigeración en lugar de aéreo-ventiladores, los depósitos de agua asociados a las torres deban ser independientes para intentar minimizar la probabilidad de que por la existencia de *legionella* hubiera que dejarlos fuera de servicio al mismo tiempo.

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 ésta.
- 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.

Por último, 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

### 3. TIPIFICACIÓN DE CARGAS

Siguiendo los requerimientos del REBT [1] y las recomendaciones de otras guías y normas internacionales [4]-[7], con el objetivo de mejorar la operatividad del hospital y desde el punto de vista de garantía asistencial, se propone una clasificación genérica de 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.

A continuación, se explica esta clasificación de las cargas propuesta:

**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/SAIs 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 o 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 [3]:
- Lámparas quirúrgicas.
- 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 Centro de Proceso de Datos (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/SAIs), 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/SAIs 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 electrógeno 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.
- 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
- 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.3. 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.



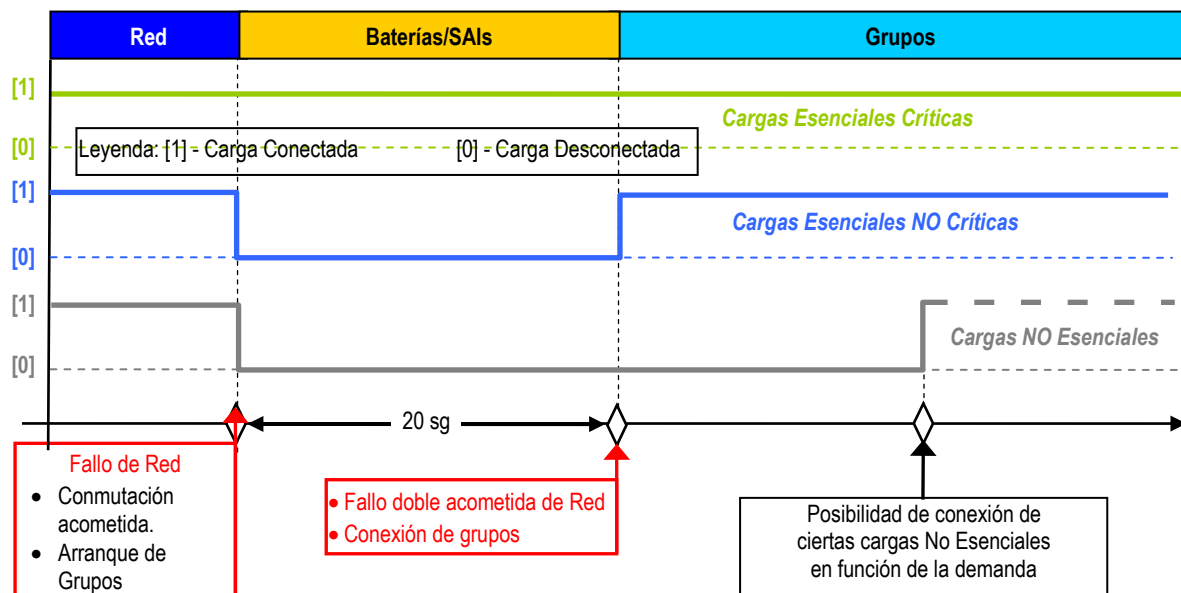


Fig.3. Esquema de la secuencia de conexión de los diferentes tipos de cargas

#### 4. DISTRIBUCIÓN INTERIOR EN BT

En virtud de la tipificación de cargas descrita, 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, se propone dividir los sistemas de distribución interior para las instalaciones eléctricas de un hospital en dos categorías desde su origen en los Cuadros Generales de Distribución (CGD en la Fig.4) de los edificios: 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 Fig.4.

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.

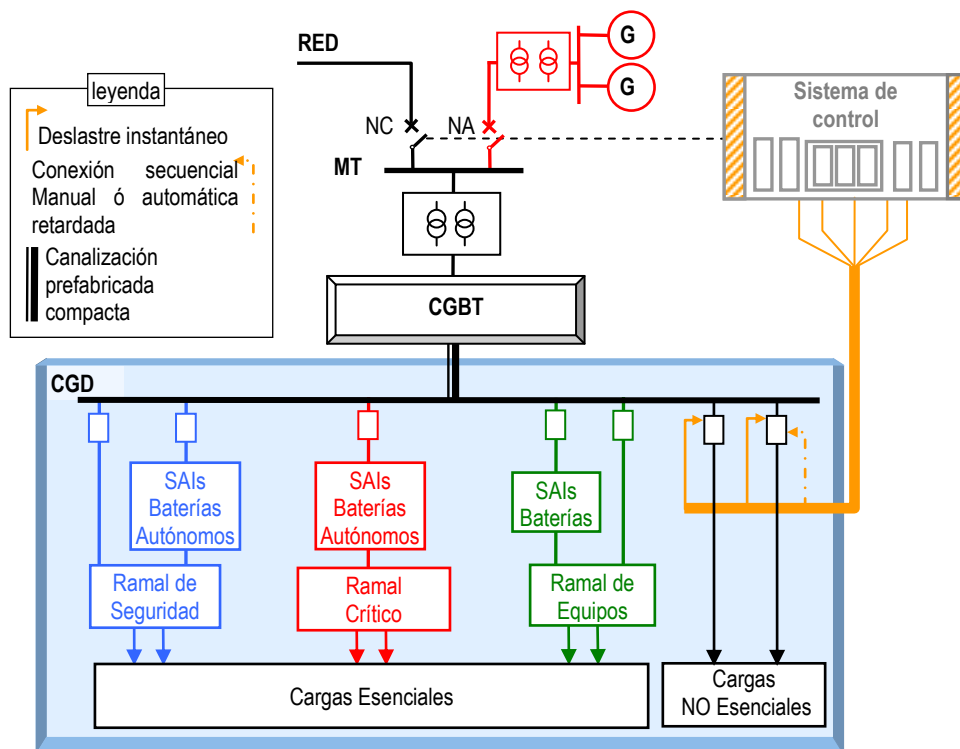


Fig.4: Sistemas de distribución interior en BT

No obstante, deberá preverse la posibilidad de que cargas No Esenciales como, por ejemplo, las cuatro últimas del listado anterior, puedan ser transferidas a los grupos, secuencialmente, de forma manual o automática retardada, en función de la demanda:

Este sistema No esencial, 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 Cuadros Generales de Distribución (CGD). Estos ramales son el de seguridad, el crítico y el de equipos.

1. *El ramal de seguridad* debe limitarse a los circuitos esenciales que garantizan 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 intervención según la ITC BT 28. En [3] se han recogido explícitamente, las salas catalogadas de esta forma.
  - 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 [3], 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 también 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.5 podemos ver un resumen de la conexión entre la tipología de las cargas y los ramales de distribución.

Cargas		conex.GE		ramal			
		A	M/AR	S	C	E	NE
Cargas Críticas	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						
	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						
Cargas Esenciales NO Críticas	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, 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						
Cargas NO esenciales	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** Ramal Crítico

**S** Ramal de Seguridad

**E** Ramal de Equipos

**A** Conexión Automática

**M/AR** Conexión Secuencial Manual ó  
Automática Retardada

Fig.5: Resumen de la conexión entre la tipología de las cargas y los ramales de distribución

## 5. CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado una propuesta de los esquemas de suministro eléctrico y de distribución interior en baja tensión de una instalación hospitalaria. Las especificaciones establecidas superan los requerimientos mínimos establecidos en la reglamentación electrotécnica con el objetivo marcado de maximizar la operatividad del hospital con la continuidad de suministro como meta principal.

Un hospital presenta una amplia variedad de cargas eléctricas con requisitos de alimentación distintos. Por ello, con la finalidad de que la propuesta realizada tenga utilidad práctica, se ha detallado también la tipificación de cargas acorde a los esquemas propuestos.

En una instalación hospitalaria se incluyen una amplia variedad de servicios cuyas necesidades de alimentación eléctrica van a ser diferentes. En una primera clasificación podríamos hablar de zona de consultas, zona de hospitalización y zona industrial. No obstante dentro de cada una de estas zonas podemos encontrar condicionantes muy variados. Detallarlos todos sería imposible en un artículo, por ello, a fin de ilustrar las conclusiones obtenidas en este estudio, se presentan a continuación, dos tablas, con los requerimientos eléctricos en la zona de consultas externas (Tabla 1) y en la zona de hospitalización (Tabla 2). En cada caso, se detalla para cada zona concreta (por ejemplo, pasillos) y cargas eléctricas involucradas (por ejemplo, alumbrado general), la tipificación correspondiente (No esencial, Esencial no crítica, Esencial crítica), el ramal del sistema eléctrico al que se deberá conectar y la fuente de alimentación correspondiente.

		Tipificación de carga	Ramal/Sistema	Fuentes
<b>Consultas</b>	Alumbrado General	No esencial	No esencial	Red/Grupo
	Alumbrado de seguridad	Esencial Crítica	Seguridad	Red/Baterías/Grupo
	Alumbrado de reemplazamiento	-	-	-
	Tomas de corriente	No esencial	No esencial	Sólo Red
		Esencial Crítica	Crítico	Red/Baterías/Grupo
<b>Salas de Espera</b>	Alumbrado General	No esencial	No esencial	Red/Grupo
	Alumbrado de seguridad	Esencial Crítica	Seguridad	Red/Baterías/Grupo
	Alumbrado de reemplazamiento	-	-	-
	Tomas de corriente	No esencial	No esencial	Sólo Red
		Esencial Crítica	Crítico	Red/Baterías/Grupo
<b>Pasillos</b>	Alumbrado General	No esencial	No esencial	Red/Grupo
	Alumbrado de seguridad	Esencial Crítica	Seguridad	Red/Baterías/Grupo
	Alumbrado de reemplazamiento	-	-	-
	Tomas de corriente	No esencial	No esencial	Sólo Red

Tabla 1: Requerimientos eléctricos en la zona de consultas externas

<b>Habitaciones</b>	Alumbrado General	No esencial	No esencial	Red/Grupo
	Alumbrado de lectura	No esencial	No esencial	Red/Grupo
	Alumbrado de reconocimiento	No esencial	No esencial	Red/Grupo
	Alumbrado de vigilancia/orientación	No esencial	No esencial	Red/Grupo
	Alumbrado de seguridad (ambiente o antipánico)	Esencial Crítica	Seguridad	Red/Baterías/Grupo
	Tomas de corriente	No esencial	No esencial	Sólo Red
		Esencial No Crítica	Equipos	Red/Grupo
		Esencial Crítica	Crítico	Red/Baterías/Grupo
<b>Baño/aseo</b>	Alumbrado General	No esencial	No esencial	Red/Grupo
	Alumbrado Localizado	No esencial	No esencial	Sólo Red
	Tomas de corriente	No esencial	No esencial	Sólo Red

Tabla 2: Requerimientos eléctricos en las habitaciones de hospitalización

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado al amparo del convenio de colaboración entre la Gerencia Regional de Salud de la Comunidad Autónoma de Castilla y León y la Fundación General de la Universidad de Valladolid, en materia de ingeniería clínica y hospitalaria.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de Ciencia y Tecnología. "Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias". Madrid, 2002
- [2] Servicio de Infraestructura y Patrimonio. "Directriz sobre esquemas de suministro y distribución de energía eléctrica a centros hospitalarios". Gerencia Regional de Salud, Junta de Castilla y León. Noviembre 2010
- [3] Servicio de Infraestructura y Patrimonio. "Directriz sobre seguridad en áreas de uso médico". Gerencia Regional de Salud, Junta de Castilla y León. Enero 2006
- [4] NFPA 70. "National Electrical Code", 2008.
- [5] Office Statewide Health Planning and Development. "Electrical Requirements for health care facilities. Guide for hospitals". Los Angeles, California (USA). 2003
- [6] IEEE Std-602. "Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities". New York. 1996
- [7] MHRA – "Healthcare interpretation of IEE Guidance Note 7 and IEC 60364-7-710". U. K. June 2005
- [8] Gallostra Isern, Juan y otros. "El diseño de la continuidad eléctrica en sistemas hospitalarios". Grupo JG. 2005
- [9] Schneider Electric. "Guía de soluciones del sector hospitalario". 2007
- [10] Iberdrola. "Propuesta de acciones para la mejora del suministro eléctrico en hospitales". Julio 2009, octubre 2010.
- [11] Manual de Electra Molins. "Grupos Electrógenos".
- [12] Duque O., Riesco M.V. y Morínigo D. "Comparison from a reliability point of view of different options for the electrical supply of a hospital". Capítulo del libro: Safety and Reliability for Managing Risk - vol-2, Páginas: 1021-1028. Editorial: Taylor & Francis. Londres, Reino Unido. 2006.