

# Instalaciones Hospitalarias

## Guía de práctica 2

### “Instalaciones eléctricas en Baja Tensión”



#### Docentes:

- Bioning. Ernst Maximiliano
- Bioning. Baldezzari Lucas

**Carrera:** Tecnólogo en Ingeniería Biomédica – Universidad Tecnológica

## Guía Nº 2: Diseño y cálculo de líneas de baja tensión

### Introducción teórica

#### Instalaciones eléctricas de baja tensión (BT)

Las instalaciones de baja tensión son las alimentadas con tensiones no superiores a 1100 [V] en CA o 1500 [V] en CC.

Los componentes de una instalación son:

- Líneas o circuitos (conductores eléctricos).
- Equipamientos (ej. Transformadores, fusibles, motores, lámparas, etc.).
- Elementos de maniobra y protección (fallas, corrientes de fuga, etc.).

#### Líneas o circuitos eléctricos

Están destinadas a transmitir energía o señales, y están constituidas por:

- Los conductores eléctricos
- Sus elementos de fijación (abrazaderas, bandejas, etc.)
- Su protección mecánica (tableros, cajas, etc.)

Se clasifican en:

- ✓ Para usos generales:

Son circuitos monofásicos que alimentan bocas de salida para alumbrado y bocas de salida para tomacorrientes. Deberán tener una protección para una intensidad no menor a 10 [A] y el número máximo de bocas por circuito es de 15.

- ✓ Para usos especiales:

Son circuitos de tomacorrientes monofásicos o trifásicos que alimentan consumos unitarios superiores a 10 [A] o para alimentar circuitos a la intemperie (parques, jardines, etc.). Deberán tener una protección para una corriente no mayor a 25 [A].

- ✓ De conexión fija (DEDICADOS):

Son circuitos que alimentan directamente a los consumos sin la utilización de tomacorrientes. **No deben tener derivación alguna.**

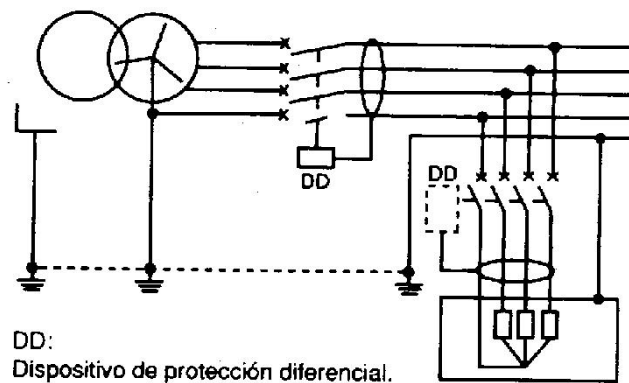
#### Tipos de Redes de distribución

Existen tres sistemas de puesta del centro estrella del transformador de la compañía distribuidora de energía eléctrica en baja tensión.

#### Sistema TT

Consiste de una puesta a tierra de servicio conectada rígidamente a tierra de la cual se toma el conductor neutro, es decir que la distribución emplea 4 conductores, tres para las fases y uno para el neutro, mientras que el conductor de protección es provisto por el usuario, derivándolo de su puesta a tierra de seguridad.

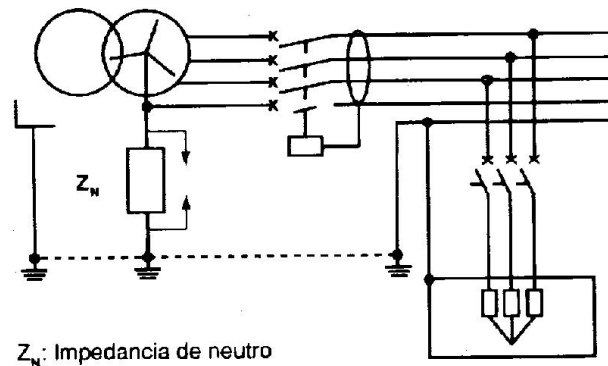
En los sistemas TT, el centro de estrella de los transformadores de alimentación está conectado al neutro y a la vez puesto rígidamente a tierra en ese punto. En las condiciones reales de una red se producen desequilibrios en los consumos y circulación de corrientes por terceras armónicas que ocasionan que este conductor suela tener potenciales respecto de tierra superiores a la máxima tensión de contacto admitida (24 [V]). Por esta razón nunca se debe emplear el neutro de la compañía distribuidora de electricidad como conductor de protección, es decir que no se deben conectar al mismo las puestas a tierra de nuestra instalación.



**Figura 1:** Esquema conexión sistema TT

### Sistema IT

El esquema de distribución consta de las tres fases activas (RST). En ellas el neutro no está conectado a tierra (está aislado o conectado a tierra por medio de impedancias de elevado valor). La figura 2 muestra un esquema de conexión IT.



**Figura 2:** Esquema conexión sistema IT

### Sistema TN

Por motivos técnicos y económicos este sistema es poco utilizado y no se darán muchos detalles del mismo.

### Transformadores de aislación de uso médico

Los transformadores de aislación de uso médico para redes IT, son máquinas estáticas destinadas a proveer alimentación de energía en instalaciones eléctricas de red aislada para salas del grupo 2 en locales de uso médico, cumpliendo normas técnicas internacionales aplicables, como la IEC61558-2-15 y reglamentaciones vigentes como AEA90364 - Sección 710.

Los requisitos de la Sección 710 tienen en cuenta las probabilidades de riesgos para las personas y en especial para los pacientes, que puedan ocasionar las corrientes eléctricas de fuga al pasar por el organismo. Se definen tres tipos de salas de medicina humana y dental de acuerdo a su utilización y las clasifica en, salas del grupo 0, 1, 2a y 2b.

Una red aislada previene la ocurrencia del macroshock al personal médico y asegura la continuidad del servicio eléctrico frente a la denominada primera falla (contacto de una fase con el chasis de un equipo). Además, permite prevenir junto a otras medidas complementarias; como la supervisión permanente por medio de un monitor de aislación y la instalación de una puesta a tierra equipotencial, la ocurrencia del microshock en los pacientes.

La reglamentación 710 de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA), determina el uso de transformadores monofásicos y de aislación seca debido a su menor riesgo de incendio, contaminación y mayor confiabilidad para la prestación del servicio y define un rango de potencias entre 3,15 [kVA] y 8 [kVA], siendo 5 [kVA] la potencia preferida para las Unidades de Cuidado Intensivo y Quirófanos. Los transformadores de aislación para uso médico deben cumplir con las especificaciones técnicas definidas en la reglamentación 710.

**Protección de los transformadores de aislación**

La reglamentación 710 de la AEA determina que para los transformadores de aislación en su alimentación en el lado primario son admisibles dispositivos de protección por apertura de la alimentación sólo contra cortocircuitos.

**Consideraciones generales de redes IT**

Cada sala del grupo 2 (ver tabla más adelante) deberá ser alimentada por lo menos con 1 transformador de aislación.

La siguiente tabla muestra la asignación de distintos tipos de sala según la reglamentación AEA 710.

GRUPO DE APLICACIÓN	TIPO DE SALA DE ACUERDO A LA UTILIZACIÓN	TIPO DE UTILIZACIÓN MÉDICA
0	Salas de internación Salas de esterilización para cirugías Salas de lavado para cirugías Consultorios de medicina humana y dental	Ninguna utilización de equipos electromédicos
1	Salas para ecografía Salas de internación Salas para terapia física Salas de masajes Consultorios de medicina humana y dental Salas para diagnóstico radiológico y tratamiento Salas de parto	Utilización de equipos electromédicos a través de aberturas naturales en el cuerpo, o con intervenciones quirúrgicas menores (cirugía menor)
2 a	Salas de preparación para cirugías Salas para hidroterapia Salas para endoscopías Salas para diálisis Salas para yesos quirúrgicos Salas de endoscopia	Operaciones de cirugía menor, sin introducción de catéteres en el corazón (sin riesgo de microchoque)
2 b	Salas para ambulatorios quirúrgicos Salas de examen intensivo con mediciones invasivas Salas de recuperación post-quirúrgica Salas de cirugías Salas de guardia para tratamiento de emergencia: "Shock Room" Salas de examen intensivo Salas de cuidados intensivos (UTI) Salas para diagnóstico y tratamientos invasivos, guiados por imágenes (hemodinamia) Salas para cateterismo cardíaco para diagnóstico y tratamiento Quirófanos de obstetricia Salas para diálisis de emergencia ó aguda Salas de neonatología	Operaciones de órganos de todo tipo (cirugía mayor). Introducción de catéteres en el corazón (cateterismo cardíaco), introducción quirúrgica de partes de aparatos, operaciones de todo tipo, mantenimiento de las funciones vitales con equipos electromédicos, intervenciones a corazón abierto (riesgo de microchoque)

La AEA 710 en su reglamentación para locales de uso médico divide las salas hospitalarias en tres grupos.

### Salas grupo 0

Estas son salas para uso médico, en general pueden cumplirse, o no, alguna de las siguientes condiciones.

- a. No se emplean aparatos o dispositivos electromédicos, o durante el examen o el tratamiento, los pacientes no entran en contacto con equipos electromédicos, o se utilizan equipos electromédicos que están permitidos para su aplicación al paciente, hasta incluso fuera de las salas para uso médico, según las indicaciones de los manuales que acompañan a los aparatos, (Ej. Tensiómetros, Tornos odontológicos, etc.), o;
- b. Se utilizan equipos electromédicos que se alimentan exclusivamente de fuentes de energía eléctrica instaladas en los mismos equipos (baterías) y que no aplican electrodos sobre el paciente.

Alguno de los requerimientos eléctricos para salas de grupo 0 son,

- Se deberán instalar como mínimo cuatro tomacorrientes de uso general (TUG), y una boca para iluminación de uso general (IUG) por puesto de atención o consultorio individual y en el caso de salas de internación general una boca de iluminación (IUG) por cada 12 metros cuadrados.
- En salas de dos o más puestos de atención, el número de TUG será de cuatro por cada puesto.
- Las bocas mencionadas anteriormente deberán repartirse en por lo menos dos circuitos independientes TUG y dos independientes IUG que podrán ser compartidos por otras salas del grupo 0 siempre que no se supere la cantidad de bocas máximas y corrientes máximas establecidas para estos circuitos.
- Si la sala se diseñara con aire acondicionado y/o calefacción eléctrica individual se deberá instalar como mínimo una boca para tomacorrientes de uso especial (TUE) por cada unidad.

### **Salas grupo 1**

Estas son salas para uso médico, donde se utilizan equipos electromédicos conectados a la red, con los cuales o con cuyas partes de aplicación, los pacientes entran en contacto durante el examen o el tratamiento.

Los requerimientos de eléctricos para salas de grupo 1 son,

- Se deberán instalar como mínimo 4 tomacorrientes para uso de circuitos electromédicos por cama, alimentados desde dos circuitos independientes y por lo menos dos de ellos alimentados desde el sistema eléctrico de emergencia.
- Los tomacorrientes para uso de equipos electromédicos alimentados del sistema normal o del sistema de emergencia deben estar identificados con colores distintos
- Se deberán instalar como mínimo 2 TUG por cada 4 camas, más una boca de IUG por cada 12 [m<sup>2</sup>] de superficie de la sala.
- Las bocas mencionadas anteriormente deberán repartirse en por lo menos dos circuitos independientes TUG y dos independientes IUG, por cada unidad.
- Si la sala se diseñara con aire acondicionado y/o calefacción eléctrica individual se deberá instalar como mínimo una boca de tomacorriente para uso especial (TUE).

En estas salas se requerirá que todos o algunos tomacorrientes, ante el corte de la red general, se alimenten en los siguientes 15 segundos, del sistema de generación de emergencia.

### **Salas grupo 2**

Estas son salas para uso médico, donde se utilizan equipos electromédicos conectados a la red, que sirven para intervenciones quirúrgicas o para mediciones corpóreas de interés vital.

- a) Grupo de Aplicación 2a (sin riesgo de muerte): Son salas donde los equipos deben poder seguir operando ante una primera falla eléctrica a masa o a tierra, y/o ante un corte en el suministro de la red de distribución pública, ya que los exámenes o los tratamientos no pueden interrumpirse ni repetirse sin que impliquen un riesgo para los pacientes. En estas salas el paciente no está sujeto a un riesgo de microchoque.
- b) Grupo de Aplicación 2b (con riesgo de muerte): Son salas con los mismos requerimientos de la 2a con la diferencia de que aquí el paciente corre el riesgo de microchoque. La diferencia en la implementación de la instalación eléctrica entre las salas 2a y 2b radica en el tipo de monitor de aislación que se puede instalar en cada una de ellas.

A fin de lograr un abastecimiento seguro (continuidad del servicio eléctrico aún con una primera falla) de los equipos electromédicos para intervenciones quirúrgicas, mediciones y procedimientos de interés vital, es necesaria una red IT de uso médico, en adelante IT (Norma AEA 710).

Adicionalmente a la red IT, en las salas del grupo 2 se deberán prever alimentaciones adicionales en esquemas TT o TN-S, según el caso, destinadas a la iluminación general de la sala y a tomacorrientes de uso en equipos que no cumplen con las Normas IEC 60601 o la IRAM 4220, como ser: equipos de limpieza, computadoras para uso no médico, etc.; los que NO SE DEBEN conectar a los tomacorrientes de sistemas aislados IT debido al acoplamiento capacitivo a tierra que generan (Norma AEA 710).

Algunos de los requerimientos de eléctricos para salas de grupo 2 son,

En las salas para pacientes críticos (cirugía, terapia y neonatología), y en cada cama se dividirán los tomacorrientes por lo menos en dos circuitos. En cada panel, un circuito no debe tener más de seis (6) tomacorrientes.

- Se recomienda no usar menos de 12 tomacorrientes en los paneles de cabecera de UCI.
- En caso de ser el paciente tratado con aparatos electromédicos dependientes de la red, que sirven para intervenciones quirúrgicas o medidas de vital importancia (quirófano, UCI, etc.) y de ser necesario más de dos circuitos por puesto, se recomienda instalar el suministro en forma alternada (cruzada) desde dos redes.
- Se considera que el consumo de un panel de servicio hospitalario médico crítico tiene un consumo aproximado de 1000 [W].
- Las luminarias deberán alimentarse de por lo menos dos circuitos de iluminación independientes.
- En las salas para pacientes, y en cada cama se dividirán los tomacorrientes por lo menos en dos circuitos.
- Se requieren desde 12 tomacorrientes distribuidos como mínimo en dos circuitos diferentes, es decir, que se puede alimentar solo 6 bocas por cada circuito como máximo.

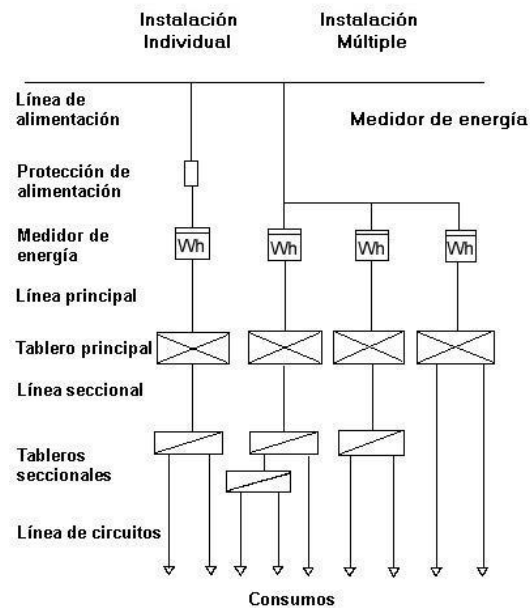


## Esquema general de las instalaciones eléctricas

El reglamento de la AEA dispone el siguiente esquema general al que deben ajustarse las instalaciones eléctricas en inmuebles.

### Tablero seccional

Es aquel al que acomete la línea seccional y del cual se derivan otras líneas seccionales o de circuito.



**Figura 3:** Esquema general de distribución de tableros eléctricos para una instalación hospitalaria según la AEA.

Criterios de dimensionamiento de conductores,

Dimensionar un circuito, es determinar la sección de los conductores y, a corriente nominal, el dispositivo de protección contra sobrecorrientes.

### Cálculo por caída de tensión

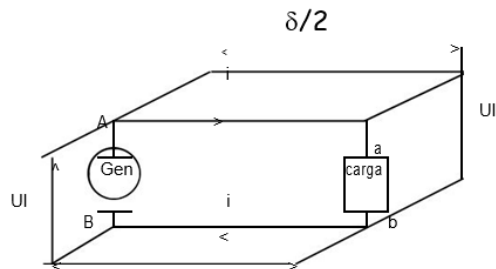
La máxima caída de tensión admisible según la AEA es, para el caso de los motores, del 5% durante la operación y del 15% para el arranque.

### Método de cálculo por caída de tensión

Las líneas abiertas de sección uniforme son aquellas líneas alimentadas por uno de sus extremos.

En todo conductor, bajo la influencia de una corriente eléctrica se produce una caída de tensión que según la ley de Ohm será,

$$\Delta u = ir = \delta$$

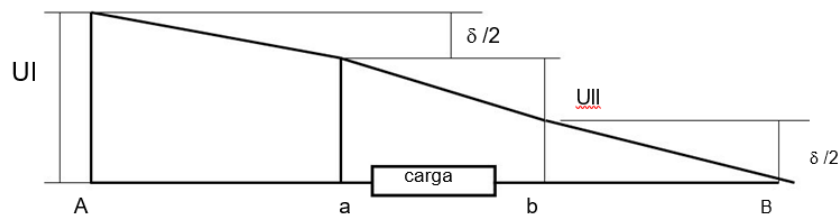


**Figura 4:** Diagrama de conexión eléctrica de un generador y una carga genérica.

Siendo,

- A-a y b-B: conductores de alimentación
- $U_i$ : tensión en bornes del generador
- $U_{ii}$ : tensión en bornes del receptor
- $\delta$  = caída de tensión absoluta en la línea considerada.

Si desplegamos la figura 4 podremos apreciar más claramente la caída absoluta de tensión



**Figura 5:** Despliegue de esquema eléctrico de figura 4

Surge así que teniéndose una tensión de origen  $U_i$  se producen las caídas:  $\delta/2$ ;  $U_{ii}$ ;  $\delta/2$ , Por lo tanto,

$$U_i = \frac{\delta}{2} + U_{ii} + \frac{\delta}{2} = U_{ii} + \delta$$

Si expresamos la resistencia del conductor como R existente entre los bornes A-a en función de la resistividad, se tiene que,

$$R = \frac{\rho l}{s}$$

Reemplazando la caída de tensión en la ley de Ohm se puede escribir,

$$\frac{\delta}{2} = \frac{I\rho l}{s}$$

Si consideramos el conductor completo A-a y B-b, tenemos que la caída de tensión absoluta será,

$$\delta = \frac{2I\rho l}{s}$$

Vemos claramente que, para un circuito en el cual  $\rho$ ,  $l$  y  $I$  son constantes, la caída absoluta de tensión  $\delta$ , variará en forma proporcional a la corriente  $I$ .

Si reordenamos la expresión  $U_{II} = U_I - \delta$ , deducimos que, si se mantiene constante  $U_I$ , al producirse una variación de la corriente  $i$ , tendremos una variación de la caída absoluta de tensión  $\delta$ , y en consecuencia también variará la tensión del receptor  $U_{II}$ .

Por lo tanto si aumentamos la corriente  $I$ , la tensión del receptor  $U_{II}$  disminuye.

La caída de tensión porcentual por definición está referida a la tensión del receptor  $U_{II}$  y su expresión es,

$$Pu = \frac{\delta 100}{U_{II}} = \frac{(U_I - U_{II}) 100}{U_{II}} = \frac{2IR 100}{U_{II}}$$

De esta manera se puede concluir

$$\begin{aligned} \frac{\delta 100}{U_{II}} &= \frac{2IR 100}{U_{II}} \\ \delta &= 2IR \frac{l}{s} \\ s &= 2I\rho \frac{l}{\delta} \quad (1) \end{aligned}$$

Habitualmente, los datos disponibles son la caída porcentual de tensión  $Pu$  o la pérdida porcentual de potencia  $Pp$ .

$$Pu = 2IR 100 \frac{I}{U_{II}} = \frac{2IRI 100}{P_{II}} = \frac{\delta I 100}{P_{II}} = \frac{\Psi 100}{P_{II}} = P_p$$

Reemplazando en la ecuación número (1) se tiene,

$$s = \frac{2I\rho l 100}{Pu \cdot U_{II}} \quad (2)$$

Donde:

- $P_{II}$ : potencia en los bornes de la carga en [W].
- $U_I$ : tensión en bornes del generador [V]
- $U_{II}$ : tensión en bornes del receptor [V]
- $S$ : sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

### **Cálculo de la capacidad de conducción de corriente o cálculo térmico**

La corriente transportada por un conductor produce, por el llamado efecto joule, energía térmica. Esa energía se gasta, en parte, para elevar la temperatura del conductor, y el resto se disipa como calor. Luego de cierto tiempo de circular corriente la temperatura del conductor se estabiliza, produciéndose el “equilibrio térmico”.

La corriente que, circulando continuamente por el conductor produce el equilibrio térmico a la temperatura máxima de servicio continuo es denominada “capacidad de conducción de corriente”. Una vez conocida ésta, se determina la sección por el criterio de “intensidad máxima admisible por calentamiento”, o bien, dada la complejidad de estos cálculos, se recurre a las tablas incluidas en las hojas técnicas de los fabricantes de cables.

Las mismas están referidas a la tensión nominal y a los casos de instalación más corrientes: la instalación en cañerías embutidas para los cables unipolares y al aire o en instalación enterrada para los subterráneos.

La siguiente tabla muestra los valores de intensidades de corriente admisibles para cables unipolares aislados en PVC según norma IRAM 2183, en cañerías embutidas o a la vista.

\*Referencias de tabla.

1. secciones no contempladas por la norma IRAM 2183.
2. 3 cables en cañerías embutidas en mampostería o en aire libre dispuestos en plano, temperatura ambiente 30°C (no se considera el de protección).
3. cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz.,  $\cos \phi = 0,8$  (no se considera el de protección). Coeficientes de corrección de la corriente admisible. Para dos cables en cañería los valores de intensidad admisible se deberán multiplicar por 1,10; si los cables instalados son de 4 a 6 multiplicar por 0,8 y si son de 7 a 9 cables el coeficiente de multiplicación será 0,7. En aire libre multiplicar por 1,12. Para temperatura ambiente de 40°C multiplicar por 0,89

Sección nominal	Diámetro máximo de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Peso aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (2)	Intensidad de corriente admisible al aire libre (2)	Caída de tensión (3)	Resist. Eléctrica máxima a 20°C y CC
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	Kg/Km.	A	A	V/a Km.	Ohm/Km.
0,75	0,21	0,6	2,4	12	8	10	50	26
1,0	0,21	0,7	2,8	16	10,5	12	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	21	13	15,5	26	13,3
2 (1)	0,26	0,7	3,3	25	15,5	18	18	9,51
2,5	0,26	0,8	3,7	32	18	21	15	7,98
3 (1)	0,26	0,8	3,9	37	20	24	12	6,07
4	0,31	0,8	4,2	46	24	28	10	4,95
6	0,31	0,8	4,8	65	31	36	6,5	3,3
10	0,41	1,0	6,1	110	42	50	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,9	185	56	68	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,8	290	73	89	1,54	0,78
35	0,41	1,2	11,1	390	89	111	1,2	0,554
50	0,41	1,4	13,6	550	108	134	0,83	0,386
70	0,51	1,4	16,1	785	136	171	0,61	0,272
95	0,51	1,6	18,3	1000	164	207	0,48	0,206
120	0,51	1,6	19,7	1250	188	239	0,39	0,161

### Verificación de las secciones mínimas exigidas

De acuerdo a la ubicación de los circuitos, el reglamento de la AEA (Asociación Electrotécnica Argentina) prevé las siguientes secciones mínimas (para conductores de cobre),

Tipo de línea	Tramo	Sección mínima [mm <sup>2</sup> ]
Líneas principales	Medidor - tablero principal.	4
Líneas seccionales	Tablero principal - tablero seccional otros tableros seccionales.	2,5
Líneas de circuito	Tableros seccionales - tomas corrientes	2,5
Líneas de circuito	Bocas de luz	1,5
Derivaciones y retornos a los interruptores	Bocas de luz - llave interruptora.	2,5
Conductor de protección	Todos los circuitos.	2,5

### Instalaciones de fuerza motriz

Son los que realizan la transmisión de energía para el accionamiento de motores de capacidades relativamente altas, generalmente trifásicos. En hospitales es el caso de los de ascensores, bombas de agua, aire acondicionado, bombas de vacío, compresores de aire, etc.

El reglamento exige que los conductores de fuerza motriz sean independientes de los de alumbrado, separando cajas de paso y de distribución. Cada uno de los circuitos que la componen debe tener su sistema de protección.

### Distribución

La distribución de fuerza motriz se efectúa mediante redes trifásicas, generalmente de corriente alterna 3x380 [V]. La distribución monofásica en potencias elevadas no es aconsejable porque requiere conductores de sección más elevada.

El cálculo del ramal alimentador de fuerza motriz es similar al correspondiente a cualquier línea seccional, por lo tanto, será necesario conocer la corriente nominal (que se obtiene de la potencia y de la tensión de servicio) y la longitud del recorrido de los conductores. Se calcula la sección de los conductores a corriente nominal y se verifica a la caída de tensión.

### Factor de potencia

Se define como factor de potencia o " $\cos(\phi)$ " al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, o sea

$$\cos(\phi) = \frac{\text{potencia activa}}{\text{potencia aparente}}$$

- ✓ Potencia activa (P) es la real que toman los motores (en [W]).
- ✓ Potencia aparente (S) es la máxima para la que están diseñados los motores (en [VA]).

### Potencia en circuitos trifásicos:










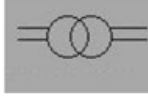

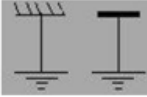

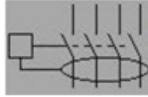




La potencia en un circuito trifásico se define como:

$$S_t = \sqrt{3}V_L I_L [VA]$$

$$P_t = \sqrt{3}V_L I_L \cos(\phi) [W]$$

Esta expresión es válida, independiente de la configuración del sistema (triángulo o estrella).

### Algunos símbolos eléctricos

Símbolo				
Significado	Circuito con tres conductores (esquema unifilar)	Circuito con cuatro conductores (esquema unifilar)	Circuito con tres conductores (esquema multifilar)	Circuito con cuatro conductores (esquema multifilar)
Símbolo				$\Omega$
Significado	Llave interruptora unipolar	Boca de techo para un efecto	Boca de pared para un efecto	Tomacorriente
Símbolo				
Significado	Tablero de distribución, principal	Tablero de distribución, secundario	Transformador	Caja de medidor
Símbolo				$\pm \Omega$
Significado	Masa puesta a tierra	Tierra	Interruptor diferencial	Tomacorriente con contacto a tierra
Símbolo				
Significado	Relé magnetotérmico	Relé magnético	Relé térmico	Fusible

### Problemas

**Problema 1:** Suponga un servicio de radiología que se encuentra a 180m lineales del tablero de entrada del hospital,

- Calcular la acometida del servicio considerando que la empresa que instalará el equipo de RX de 30KW, trifásico, solicita una resistencia entre el tablero principal y el secundario menor a 0,4 ohm.
- Calcular los circuitos del servicio completo, esto es, equipo de RX, sala para el equipo de RX con sus luminarias generales, secretaría, sala de revelado y sala de médicos.

**Problema 2:** Diseñar el circuito eléctrico para un consultorio de guardia tipo, algunos equipos dentro del consultorio son, una camilla, una lámpara, un nebulizador ultrasónico, un aspirador, un equipo electrocardiógrafo, aire acondicionado frío-calor y luminarias para iluminación general.

Investigue el consumo aproximado de cada uno de estos equipos, en base a esto, realice el diseño del área.

**Problema 3:** Un consultorio odontológico se compone de los siguientes equipos,

- i. Sillón odontológico (500W)
- ii. Equipo de RX (220V, 70KV, 8mA)
- iii. Negatoscopio (100W)
- iv. Compresor (1HP)
- v. Esterilizador por calor seco (350W)
- vi. Lámpara de fotocurado (10W)
- vii. Micromotor (10W)

Realice el diseño y cálculo de la instalación eléctrica considerando, además, los equipos de iluminación.

**Problema 4:** En una habitación se encuentra un equipo de esterilización por óxido de etileno. Calcular la sección de la/s línea/s eléctricas teniendo en cuenta los siguientes consumos,

- 4[A] de la esterilizadora
- 1[A] del extractor de aire.
- 1[A] de la lámpara

**Problema 5:** El servicio de lavadero de un hospital cuenta con: 2 máquinas lavadoras idénticas de 90 Kg. de capacidad de ropa seca, y un consumo de 2 HP c/u; 4 centrifugas de 30 Kg. y 2 HP c/u; 2 secadoras de 60 Kg. y 2 HP c/u y 1 planchadora de 80 Kg. Con un motor de  $\frac{3}{4}$  HP. Todas las máquinas tienen alimentación trifásica (3 x 380 [V]). El sistema de iluminación consta de 12 tubos fluorescentes de 40 [W] c/u. **Diseñar** la instalación eléctrica.

**Problema 6:** Dimensionar las líneas necesarias para abastecer un servicio de terapia intensiva de 10 camas. Cada cabecera tiene un panel que posee 12 tomacorrientes. El servicio cuenta con dos tomas para conectar un equipo de RX rodante monofásico (inferior a 15 [A]). La iluminación general está constituida por 3 hileras de 5 tubos fluorescentes de 22 [W] c/u, ubicados de manera tal que queda un tubo encima de cada cama y una hilera sobre el pasillo. Realizar el croquis de la instalación.