

TABLA N° 9.07.
 POTENCIA Y FLUJO LUMINOSO DE LAS LÁMPARAS DE SODIO
 DE ALTA PRESIÓN ELIPSOIDAL

POTENCIA [w]	FLUJO [lm]	POTENCIA [w]	FLUJO [lm]
50	3.500	250	25.000
70	5.500	400	47.000
150	14.000	1.000	120.000

TABLA N° 9.08.
 POTENCIA Y FLUJO LUMINOSO DE LAS LÁMPARAS DE SODIO
 DE ALTA PRESIÓN TUBULAR CLARA

POTENCIA [w]	FLUJO [lm]	POTENCIA [w]	FLUJO [lm]
50	4.300	250	32.500
70	6.500	400	55.000
100	10.000	1.000	130.000
150	17.450		

Este flujo es a las 100 primeras horas de funcionamiento.

- **Rendimiento luminoso**

Es muy elevado y oscila entre 140 y 150 lm / W.

- **Vida útil**

La vida útil para las lámparas de 250 y 400 W es de 9.000 horas, en cambio las de 1.000 W es de 4.000 horas con un ciclo de 3 horas por cada encendido.

- **Temperatura color e índice de reproducción**

Estas lámparas, tienen un espectro continuo de la energía emitida concentrándose en el segmento que comprende el amarillo-blanco, no teniendo emisión significativa de ultravioletas. Grado de reproducción 4.

- **Conexión**

Estas lámparas tal como lo explicásemos anteriormente necesitan de un equipo auxiliar compuesto por el balasto e ignitor, las conexiones se muestran en las figuras.

- **Influencia de la temperatura ambiente**

Nula.

- **Aplicaciones**

Al ser una lámpara de elevado rendimiento luminoso encuentra su aplicación en todos aquellos lugares en donde se requiera iluminar grandes áreas.

Lámparas de sodio a baja presión

La descarga eléctrica se produce a través del metal sodio evaporizado a baja presión, con lo cual se produce una radiación visible casi monocromática (589 y 589,6 nm) de color amarillo. Esta radiación se produce en la zona del espectro visible en la cual el ser humano presenta mayor sensibilidad.



Figura N° 9.32
Lámpara de vapor de sodio de baja presión

- **Principio de funcionamiento**

Como lámpara de descarga, se produce una, dentro de una ampolla que contiene el sodio a baja presión.

- **Forma constructiva**

Son similares a las de alta presión.

- **Gas de relleno**

Se utiliza un gas noble como el neón.

- **Ampolla**

Es del tipo cilíndrico.

- **Filamento**

Son dos filamentos que forman los electrodos en los que se produce la descarga.

- **Casquillo**

Utilizan casquillos del tipo: BY 22 d.

- **Tensiones**

La tensión de encendido es de 490 y 660 V, según los tipos, lo cual hace que sea necesario elevar el nivel de tensión si se alimenta con la red pública de 220 V. Las variaciones de la tensión tienen una influencia importante en el comportamiento luminoso y eléctrico.

- **Potencia**

Este tipo de lámparas se provee con potencias de: 19, 35, 55, 90, 135 y 190 W.

- **Flujo**

De acuerdo al orden de potencias dado los flujos luminosos son: 1.900, 4.600, 7.700, 12.500., 21.500 y 32.000 lm respectivamente.

TABLA N° 9.09.

POTENCIA, FLUJO LUMINOSO DE LAS LÁMPARAS DE SODIO DE BAJA PRESIÓN

POTENCIA [w]	FLUJO [lm]	POTENCIA [w]	FLUJO [lm]
18	1.800	90	13.300
35	4.600	135	22.450
55	8.000	180	31.850

- **Rendimiento luminoso**

El rendimiento de aproximadamente 190-200 lm / W lo cual es otra de sus características distintivas de este tipo de lámpara.

- **Vida útil**

La vida útil para estas lámparas es de aproximadamente 6.000 horas con un ciclo de 3 horas por cada encendido.

- **Temperatura color e índice de reproducción**

No es posible su evaluación desde el momento que su emisión es monocromática amarilla-anaranjado. El grado de reproducción es 4.

- **Conexión**

Estas lámparas tal como lo explicásemos anteriormente necesitan de un equipo auxiliar, las conexiones se muestran en las figuras.

- **Influencia de la temperatura ambiente**

No tiene.

- **Aplicaciones**

Si bien es una lámpara de elevado rendimiento luminoso, el hecho de tener una luz monocromática sus aplicaciones se ven reducidas, a aquellas aplicaciones en donde no interese discriminar colores. Es por ello que su uso preferencial está dado en rutas, autopistas, muelles, depósitos, etc. también se la utiliza con fines decorativos sobre todo en grandes áreas o grandes construcciones.

Lámparas a Vapor de Mercurio Halogenadas

Las lámparas de mercurio halogenadas o lámparas de halogenuros constituyen una variedad particular de lámparas, son el producto

de la última tecnología. Lo cual le confiere características que no pueden ser alcanzadas por las de otros tipos. Nos estamos refiriendo al muy alto rendimiento luminoso, excelente reproducción del color, reducida radiación térmica y larga vida útil. Todas estas beneficiosas características operativas hacen que el espectro de aplicaciones sea mucho más grande que cualquier otro tipo de lámpara.

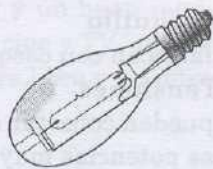


Figura N° 9.33
Lámpara de vapor
de mercurio halogenadas

Es así que se emplean exitosamente en: vidrieras, locales comerciales, grandes locales (shopping), en industrias, en sistemas de iluminación decorativos (frentes o fachadas, monumentos, etc.), en instalaciones deportivas tanto de interiores (voley, fútbol de salón, etc.) o exteriores (fútbol, tenis, rugby, etc.). Evidentemente se trata de una lámpara de múltiples aplicaciones. Esto se consigue con unidades basadas en el mismo principio, pero que tienen distintas formas y tamaños constructivos. Su gran variedad de usos y formas constructivas no permiten una neta y clara definición. Se podría hacer una clasificación de acuerdo a su utilización que se enmarcaría en lo expresado mas arriba. Una misma lámpara puede utilizarse en diversas aplicaciones.

- **Principio de funcionamiento**

Es similar a las de vapor de mercurio a alta presión, pero se les agrega, halogenuros de las tierras raras (denominación que se le da al grupo de elementos químicos lantánidos) a los fines de conseguir mayores rendimientos luminosos y también mejor reproducción cromática que las de mercurio tradicionales.

- **Forma constructiva**

Es muy similar a las de mercurio de alta presión, con la salvedad de lo expresado en la introducción.

- **Gas de relleno**

Se utiliza un gas halógeno.

- **Ampolla**

Existen diversos tipos de ampollas: tubulares de distintos diámetros y largos, y también elipsoidales de distintos tamaños. En cuanto al vidrio se pueden encontrar con vidrio blanco y transparente.

- **Filamento**

En lugar de filamento se habla de: quemador de cerámica.

- **Casquillo**

Se fabrican con casquillos: G12, RX7, con cables, E27, E40 y Fc2.

- **Tensiones**

Se pueden conectar en 220 V en potencias hasta 1.000 W y en 390 V para las potencias mayores.

TABLA N° 9.10.
CARACTERÍSTICAS APROXIMADAS DE LÁMPARAS DE VAPOR
DE MERCURIO HALOGENADAS

POTENCIA [W]	FLUJO LUMINOSO [lm]	RENDIMIENTO [lm/W]	ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN [Ra]	TEMPERATURA DE COLOR [°K]
35	3.400	87	1B	3.000
70	5.000 a 6.500	89	1B	3.000
150	11.000 a 13.500	92	1B	3.000
250	20.000	85	1B	3.200
400	32.000 a 42.000	80	1A	5.600
1.000	80.000 a 95.000	90 a 95	1A-2B	4.200 a 5.900
2.000	200.000 a 240.000	90 a 100	1A-2B	4.500 a 6.000
3.500	200.000	90	1A	6.000

Los datos detallados son aproximados y promedios de los distintos tipos existentes en el mercado local. De necesitarse datos precisos habrá que recurrir a los catálogos de los fabricantes.

- **Flujo**

El flujo que emiten estas lámparas se indican en la tabla 9.9.

- **Potencia**

Las potencias en que se fabrican son: 39, 72, 75, 147, 150, 250, 400, 1.000, 2.000 y 3.500 W.

- **Temperatura color e índice de reproducción**

Se indican en la Tabla 9.9.

- **Conexión**

Se pueden conectar a redes de alimentación de 220 ó 390 V; 50 Hz, a través de un balasto, pero necesitan un ignitor que les suministre un pulso de tensión elevada.

- **Campo de aplicación**

Se utilizan tanto en sistemas de iluminaciones interiores como exteriores y también en usos especiales. Sus inmejorables condiciones de

reproducción cromática, alta temperatura color y un buen rendimiento luminoso las hacen apropiadas para estudios de cine y TV, así como también para espectáculos, campos deportivos al aire libre y en interiores.

Lámparas Especiales

La variedad de lámparas tratadas hasta aquí no agota el tema ya que existe una gran variedad de lámparas que se pueden denominar de uso especial o también específico, ya que no son de uso corriente y es por ello que no las hemos tratado. De todas maneras y a modo de información general vamos a mencionar algunos tipos. En este último caso algunos de los nombres con que se la identifican en el mercado son en realidad nombres dados por las fábricas ya que se tratan de exclusividades.

Es así que podemos encontrar los siguientes tipos de lámparas especiales o de usos particulares:

- En el caso de las de filamento se pueden encontrar los siguientes tipos: hongos, velas, miñón, pebetero, tubular, perfume, reflectoras o proyectoras. Y más allá de su forma varían en cuanto al color y tipo de vidrio empleado en la construcción de las ampollas.
- Lámparas fluorescentes para solarios.
- Radiadores para aplicaciones técnicas.
- De tonos especiales. Transforman la radiación UV de onda corta de la lámpara de mercurio a baja presión en radiación de la zona azul del espectro y en radiación UV de onda larga. Se utiliza en procesos químicos.
- Infrarrojas para uso industrial, utilizadas como fuente de calor, para el secado u horneado.
- Infrarrojas para uso en granjas, se emplean para mantener una determinada temperatura en algún recinto. Se las utiliza fundamentalmente para la cría de pollos o en viveros.
- Infrarrojas de onda corta, utilizadas en tratamiento de afecciones de la piel humana.
- Luz negra. Pueden tener forma de tubo fluorescente o bien elipsoidal. Son fuentes de radiación de luz ultravioleta de onda larga. Se utilizan para la excitación del fenómeno de luminiscencia. Se emplean en industrias, laboratorios, fines decorativos y en locales de espectáculos.

- De descarga de mercurio de baja presión que emiten UV-A. Se emplean en tratamientos de enfermedades de la piel o bien para el bronceado de la misma. También tiene aplicaciones en procesos fotoquímicos.
- Fluorescentes tubulares de radiación UV de onda larga. Se emplea en máquinas destinadas al copiado en papeles fotosensibles.
- Germicidas. Son del tipo de descarga de mercurio a baja presión. Se emplea en establecimientos hospitalarios y sanatoriales, en la industria alimenticia y en instalaciones destinadas al tratamiento del aire.
- Señalización. Empleadas en paneles de señalización o en equipos de maniobra y/o comando.
- Semáforos. Destinadas a equipos de tráfico urbano o ferroviario.
- Linternas.

Lámparas Mezcladoras

• Principio de funcionamiento

Son una combinación de lámpara incandescente y descarga en vapor de mercurio. No requieren equipo auxiliar, el mismo filamento se ocupa de limitar la corriente. Tienen restricciones en cuanto a la posición de funcionamiento. Pueden funcionar en posición vertical con un ángulo de inclinación máximo de 30° y no en posición horizontal.

• Forma constructiva

Exteriormente es muy similar a una lámpara a vapor de mercurio, o sea que tiene el bulbo en forma elipsoidal y el casquillo, los cuales adquieren distintas formas y tipos. En su interior tienen: el soporte del filamento, el filamento propiamente dicho y un gas de relleno. Los filamentos pueden adquirir distintas forma constructiva.

• Ampolla

Son del tipo elipsoidal (Figura N° 9.30).

• Filamento

Se utiliza el tungsteno (o wolframio).

• Casquillo

Son a rosca del tipo Edison. Para 160 y 250 W: E27; para 250 y 500 W: E40.

• Tensiones

De la red: 220 volt.

- **Potencia**

Se encuentran en potencias de: 160, 250 y 500 W.

- **Flujo**

El flujo que emiten estas lámparas de acuerdo a las potencias son 3.000, 5.000 y 14.000 lm después de 100 horas de funcionamiento.

- **Vida útil**

La vida útil es de aproximadamente 6.000 horas.

- **Temperatura color e índice de reproducción**

Tienen una temperatura color de 3.600 °K (160 W) 3.900 °K (250 W) y 4.100 °K (500 W). En cuanto al índice de reproducción cromática de acuerdo a las potencias anteriores varía entre: 65, 69 y 60.

- **Conexión**

Las lámparas incandescentes se conectan directamente a la red, como las lámparas incandescentes.

- **Aplicaciones**

Presenta una amplia gama de usos, reemplazando con éxito en muchos casos a las lámparas incandescentes de mayor potencia (200, 300 y 500 W).



Figura N° 9.34
Lámpara mezcladora

Lámparas de Bajo Consumo

Con la denominación de bajo consumo se conocen a un tipo de lámpara fluorescente que presenta la característica de tener un rendimiento luminoso elevado. Con lo cual, con unidades de pequeñas potencias eléctricas se obtienen flujos equivalentes al de otras, de mayores potencias.

Se le ha dedicado una parte de este capítulo por la importancia que tienen en virtud del ahorro de energía que se puede lograr a partir de las mismas manteniendo el nivel de iluminación y demás características que hacen a los buenos sistemas de alumbrado.

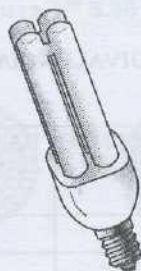


Figura N° 9.35
Lámpara de bajo consumo

Existen diversas formas constructivas y periódicamente es posible ver la aparición de nuevos modelos con características superadoras. Es por ello que, siguiendo la tónica de esta publicación daremos las características fundamentales.

- **Principio de funcionamiento**

Son lámparas de descarga gaseosa del tipo fluorescente.

- **Forma constructiva**

Existen diversas formas. También varían con la potencia de las mismas.

- **Ampolla**

Varían con la potencia y el tipo. Alargadas, elipsoides, esféricas, cilíndricas, con dos o cuatro elementos, etc. En la Figura N° 9.20 se ilustra, a modo de ejemplo, un formato clásico con 4 elementos y balasto incorporado.

- **Casquillo**

Se presentan algunas con casquillo a rosca del tipo Edison E27 y con los del tipo GX24d, o sea, con espigas de conexión.

- **Tensiones**

Necesitan equipo auxiliar para ser conectadas a la red de 220 volt. En algunos casos el balasto del tipo electrónico forma parte de la lámpara y en otros está separado de la misma.

- **Potencia**

Estas lámparas se fabrican con potencias de: 3, 5, 7, 9, 11, 15, 16, 20, 21, 23, 26 y 29 W.

- **Flujo**

Habitualmente se da una equivalencia entre el flujo emitido por una lámpara incandescente y el de estas lámparas, dependiendo de las marcas pero en general se puede afirmar lo expresado en la Tabla N° 9.10.

TABLA N° 9.11.
EQUIVALENCIA ENTRE LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES
Y DE BAJO CONSUMO

INCANDESCENTE POTENCIA [W]	BAJO CONSUMO POTENCIA [W]	INCANDESCENTE POTENCIA [W]	BAJO CONSUMO POTENCIA [W]
15	3	75	15
25	5	100	20
40	7	120	23
60	11		

Para conocer el flujo específico de un determinado tipo de lámpara se deberá recurrir a los catálogos provistos por los fabricantes.

- **Vida útil**

Puede estimarse en 10.000 horas, dependiendo del ciclo de encendido.

- **Temperatura color e índice de reproducción**

La temperatura color está entre los 2.700 y 3.000 °K.

- **Conexión**

Las lámparas que tienen el balasto incorporado se conectan mediante un portalámpara convencional (E27) y las de balasto separado, con la conexión clásica de las lámparas fluorescentes.

- **Campo de aplicación**

El campo de aplicación de este tipo de lámparas es ilimitado, tanto sea en interior como en el exterior. Debe contar con una luminaria específica, o bien puede ser montada en las convencionales si se trata de reemplazar una lámpara incandescente por una de bajo consumo.

LED

Los LEDs son diodos que emiten luz cuando se les aplica una tensión. Su nombre deriva de los vocablos del idioma inglés: "light emitting diode".

Físicamente son como una capsula transparente o coloreada, construido de un material plástico resistente que encierra al elemento semiconductor y de la parte posterior de la misma salen dos cables para su conexión.

Estos elementos operan con una tensión cuyos valores están comprendidos entre los 1 y 4 V, siendo la corriente que circula por los mismos esta comprendida entre los 10 y 40 mA.

Originalmente se los utilizaba en equipos electrónicos para dar algún tipo de señal (prendido, apagado, sintonía, etc.).



Figura N° 9.36 Led

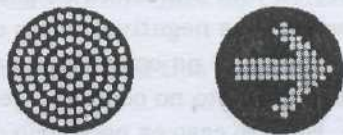


Figura N° 9.37 y 9.38
Aplicación de led
en la señalización vial

Su elevada eficiencia (lumen/watt) pero su pequeño tamaño ha hecho pensar que agrupándolos se puedan tener fuentes de luz de muy bajo consumo y alta eficiencia.

Es así como podemos ver como aplicación a los semáforos, en donde se han reunido una cantidad apreciable de diodos dentro del espacio que antes ocupaban las lámparas incandescentes. Su prolongada vida útil lo hace atractivo ya que reduce los costos de mantenimiento y haciendo a la eficiencia de su función como semáforo. La falla de uno o varios a la vez no afecta al conjunto.

Su bajo consumo permite su utilización con paneles solares.

También son utilizados para las luces indicadoras de posición de los vehículos.

9.10. EQUIPOS AUXILIARES Y ACCESORIOS DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Componentes de los sistemas de iluminación

Refiriéndonos a la luminotecnia, señalamos que esta tecnología, más allá de las nuevas formas constructivas que tienen en el presente y las que podrán adoptar, se ve materializada en lámparas, luminarias, equipos auxiliares y accesorios para el montaje. Es así como, entre los diversos tipos de lámparas que se han ido describiendo anteriormente, hemos podido observar que muchas de ellas no pueden funcionar conectadas directamente a la red de alimentación ya que necesitan lo que hemos denominados equipos auxiliares.

Los accesorios son necesarios para todos los tipos de lámparas y los equipos auxiliares se utilizan fundamentalmente en las lámparas de descarga, ya que como se dijera oportunamente, cuando se establece un arco en una atmósfera de gas, la resistencia que presenta al paso de la corriente es negativa, con lo cual ésta tiende a elevarse indefinidamente, cosa que no ocurre por que en determinado momento se destruye. Para que esto no ocurra se recurre a un elemento que limite la corriente. En otro caso es necesario dar un pico de tensión para que se inicie el arco. Es así como entenderemos por equipos auxiliares de las lámparas a los arrancadores, balastos, condensadores, ignitores, reguladores y transformadores o auto-transformadores, en cualquiera de sus formas constructivas.

También hemos mencionados a los *accesorios para el montaje*, los cuales son los portalámparas y porta arrancadores en todas sus variantes. Para que una lámpara tenga un buen funcionamiento, o sea aprovechando al máximo sus bondades, es necesario que la misma disponga de un *equipo auxiliar y accesorios para su montaje*. Si bien la correcta selección de una lámpara es importante no menos la es la de estos últimos. Siempre es conveniente seguir las instrucciones que al respecto da el fabricante de lámpara.

Equipos auxiliares

Arrancador

Recibe también el nombre de "cebador". Existen dos tipos constructivos: electromecánico y electrónicos y se utilizan para hacer encender o "arrancar" las lámparas fluorescentes. Los del tipo electrónico también protegen a la lámpara, ya que en caso de que no arranque en forma inmediata, directamente la desconecta evitando el molesto parpadeo que se produce cuando quiere encender y por alguna razón no lo puede hacer. Otra ventaja, lo constituye el hecho que permite un encendido instantáneo.

Balasto

Los balastos para lámparas de descarga gaseosa se construyen de dos tipos bien definidos: los electromagnéticos y los electrónicos. En orden de aparición, primero fueron construidos los electromagnéticos y luego los segundos. Estos últimos presentan las siguientes ventajas: ahorran energía, hacen que las lámparas tengan una mayor vida útil, desconectan la lámpara defectuosa o agotada, no emiten ruidos y algunos permiten variar el flujo luminoso. Como inconveniente, producen algunas interferencias.

Existen distintos tipos de balastos de acuerdo al tipo de lámpara.

- Lámparas fluorescentes
 - Tubulares
 - Con precalentamiento
 - De arranque rápido (rapid start)
 - Para dos lámparas de arranque rápido

- Lámparas fluorescentes compactas
- Lámparas de mercurio de alta presión
- Lámparas de mercurio halogenado
- Lámparas de sodio alta presión
- Lámparas de sodio de baja presión

Capacitor. En la práctica se le dice Condensador

Se utilizan para la corrección del factor de potencia ó "cos ?". En todos los tipos de lámparas de descarga, el valor de la capacidad debe estar de acuerdo con la potencia de la lámpara.

Ignitor

Se utilizan en los siguientes tipos de lámpara de descarga: sodio alta presión, sodio baja presión y mercurio halogenado. Pueden generar pulsos de tensión entre los 1 y 5 KV durante un período de tiempo entre 0,5 y 2 microsegundos. Se fabrican para conectar en serie, en paralelo o bien en derivación, de acuerdo con el tipo de lámpara a utilizar.

Regulador de flujo

Los reguladores de flujo luminoso de las lámparas o "dimmer" son equipos de los denominados electrónicos por su construcción. Se utilizan para controlar el flujo emitido por las lámparas de descarga entre valores pre-establecidos. El valor de referencia puede ser dado manualmente (mediante un potenciómetro) o bien automáticamente (utilizando una fotocélula).

Se utilizan de diversas formas: puede ser en un auditorio, antes de apagar las luces para una proyección, con fines decorativos o bien para ahorrar energía eléctrica, ya que mediante una fotocélula se va censando la luz diurna y en función de ella se gradúa el flujo de las lámparas. Habitualmente a este último tipo se lo denomina "inteligente".

Transformador

Se utilizan para lámparas de del tipo halógenas de baja tensión. La alimentación al primario se hace con 220 V; 50 Hz y tienen un secun-

dario cuya tensión es de 6 V para potencia de 10 y 35 W, de 12 V para 20, 50 y 75 W. En cambio para 24 V la potencia es de 20 W. A través de estos transformadores se puede regular el flujo luminoso de la lámpara (dimming).

Accesorios para el montaje

Porta arrancador

Como su nombre lo indica se utiliza para soportar y conectar al circuito el arrancador, de forma tal que si es necesario reponer el mismo no haya que hacer conexiones de cables.

Portalámpara

Elemento fundamental para la vida de la lámpara y de la luminaria. Sirve para conectar y sostener a la lámpara dentro de la luminaria. Mas allá del tipo que se trate (existen tantos tipos como tipos de lámparas hay en el mercado), debe ser de buena calidad ya que, una mala conexión acarrea innumerables problemas.

Otros

Existen otros tipos de accesorios tales como borneras, fichas para su conexión y soportes de las luminarias que por su variedad hacen imposible su tratamiento en esta obra.

9.11. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

El cálculo de los sistemas de iluminación se efectúa de acuerdo al tipo que se trate, o sea, si es para interior o para exterior.

El primer paso a dar es tomar conocimiento de la actividad que se desarrollará en cualquiera de los casos ya que a partir de ello podremos determinar el nivel y tipo de iluminación. Para lograr una idea sobre los niveles de iluminación que son necesarios en viviendas, industrias, lugares públicos y demás recintos iluminados, conviene acudir a las normas emitidas en forma conjunta por IRAM y la Asociación Argentina de Luminotecnia (AADL):

- IRAM - AADL J 2005

Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Características.

- IRAM - AADL J 2006

Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Niveles de iluminación.

- IRAM - AADL J 2015

Luminotecnia. Iluminación artificial en interiores. Método de cálculo.

También es necesario señalar que la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo 19.597 y su decreto reglamentario, establecen en su Capítulo 12 (iluminación y color) las intensidades mínimas de iluminación de acuerdo a la actividad que se desarrolla en el local en cuestión. De esa publicación –que recomendamos consultar– extraemos algunos datos que han sido consignados en la Tabla N° 9.12.

TABLA N° 9.12.

TABLA 1 DE LA NORMA IRAM-AADL J 2006

CLASES DE TAREA VISUAL	ILUMINACIÓN SOBRE EL PLANO DE TRABAJO [lux]	EJEMPLOS TÍPICOS DE TAREAS VISUALES
Visión ocasional solamente	100	Permitir movimientos seguros, por ejemplo, circulaciones de poco tránsito, sala de calderas depósito de materiales, placard, armarios.
Tareas intermitentes ordinarias y fáciles con contrastes fuertes	100 a 130	Trabajos toscos, intermitentes y mecánicos, inspección general y contado de partes de un stock, colocación de maquinaria pesada.
Tareas moderadamente críticas y prolongadas con detalles medianos	300 a 750	Trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje. Trabajos comunes de oficina, tales como lectura escritura, archivo.
Tareas muy severas y prolongadas y de poco contraste	700 a 1500	Trabajos finos, mecánicos y manuales, montaje e inspección. Pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura

TABLA N° 9.12. (continuación)

CLASES DE TAREA VISUAL	ILUMINACIÓN SOBRE EL PLANO DE TRABAJO [lux]	EJEMPLOS TÍPICOS DE TAREAS VISUALES
Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o con poco contraste	1500 a 3000	Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices, inspección con calibrado, trabajo de molienda fina.
Tareas muy difíciles e importantes	3000 a 10000	Trabajos muy finos de relojería y reparación, casos especiales. Campo operatorio de salas de cirugía.

TABLA N° 9.13.
INTENSIDADES MÍNIMAS DE ILUMINACIÓN

TIPO DE LOCAL O TAREA (VIVIENDA)	VALORES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN [lux]
Baño, general	100
Baño, sobre espejos (vertical)	200
Dormitorio, general	200
Dormitorio, cama, espejo	200
Cocina, general	200
Cocina, piletta mesada	200
Estar, general	100
Estar, localizada	200
Estar, lectura, escritura, costura	300

Iluminación interior

Definido el tipo de local y la tarea que en él se va a ejecutar, se puede con ayuda de tablas experimentales como las anteriores, fijar un

valor de iluminación. Ese valor se multiplica por la superficie a iluminar, y se obtiene el *flujo luminoso* necesario que se mide en *lumen*.

$$F = E \times S = [\text{lux}] \times [\text{m}^2] = [\text{lumen}] \quad (9.03)$$

Como las paredes del local, el techo, y los objetos colgados en el mismo no reflejan toda la luz que reciben, el flujo luminoso que emiten los artefactos de iluminación no se aprovecha íntegramente. A esto debe sumarse que el mismo artefacto compuesto muchas veces por vidrios o materiales transparentes, no deja pasar toda la luz que emiten las lámparas. Finalmente, el polvo que se va acumulando en los artefactos y paredes resta posibilidades al sistema de alumbrado, resulta pues que toda la luz que emiten las lámparas empleadas, no llega a lo que se denomina "el plano de trabajo", que es la superficie donde se lleva a cabo la tarea o función del local. Por estas causas, una instalación de alumbrado tiene un determinado rendimiento global, producto de varios rendimientos parciales. En los manuales de luminotecnia se pueden encontrar todos los factores y directivas para el cálculo exacto de una instalación de alumbrado, pero para determinaciones muy aproximadas, que simplemente ponen al proyectista a cubierto proporcionando un margen de exceso, podemos utilizar los valores indicados en la Tabla N° 9.13 y en la fórmula 9.04.

TABLA N° 9.14.
INTENSIDADES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADAS

TIPO DE LOCAL O TAREA	ILUMINACIÓN [lux]
Ventanilla de banco	180 a 250
Mostrador de un bar	150 a 200
Salas de lectura en biblioteca	250 a 500
Almacenes	150 a 200
Librería	200 a 250
Centrales telefónicas automáticas	200 a 250
Cinematógrafo. Sala de intervalo	40 a 60
Aulas y oficinas	300 a 350
Sillón de dentista	500 a 750
Depósito de materiales en ferrocarriles	30 a 60

TABLA N° 9.14. (continuación)

TIPO DE LOCAL O TAREA	ILUMINACIÓN [lux]
Playa de maniobra de ferrocarriles	10 a 30
Sala de operaciones en hospitales	350 a 500
Mesa de operaciones en hospitales	1000 a 5000
Iglesias	30 a 50
Cuadros en museos	150 a 200
Oficinas de dibujo	500 a 750
Vidrieras bien iluminadas	2000 a 3000
Entrada en casa de familia	90 a 150
Vestíbulo en casa de familia	100 a 150
Sala de estar en casa de familia	100 a 150
Comedor en casa de familia	150 a 200
Cocina en casa de familia	200 a 250
Baño en casa de familia	120 a 200
Dormitorio en casa de familia	90 a 150
Pasillo en casa de familia	60 a 100
Carteles de propaganda	300 a 800
Excavaciones	40 a 80
Frente de edificios	150 a 500
Patios de establecimientos industriales	30 a 60
Playas de estacionamiento	10 a 20
Cancha de básquet	400 a 800
Canchas de football	300 a 700
Ring de box	1000 a 2000
Calles en ciudades importantes	30 a 50
Plazas y paseos	10 a 20
Calles en distritos suburbanos	5 a 10

$$F_a = \frac{E \times S}{\eta} = \frac{[\text{lux}][\text{m}^2]}{[\text{p}\cdot\text{u}]} \quad [\text{lumen}] \quad (9.04)$$

El valor F_A es el flujo luminoso que deben suministrar todas las lámparas colocadas en la pantalla o artefacto. Sabiendo el número de ellas, es posible averiguar el *flujo luminoso necesario por lámpara*, obtenible con:

$$\Phi_L = \frac{F_A}{N} \quad (9.05)$$

Siendo N el número de lámparas que tiene el artefacto elegido. Con este número se puede elegir la lámpara. El rendimiento que debemos adoptar depende, como hemos dicho, de las paredes del local, del techo, de la altura, del tipo de artefacto, y del sistema de iluminación. En forma muy general, podemos adoptar los rendimientos indicados en la Tabla N° 9.15.

Esta forma de cálculo es muy aproximada y solo se justifica como anteproyecto. Puede valer, cuando las exigencias son reducidas. Caso contrario, es menester acudir a un tratado de luminotecnia o manual apropiado. Debe también advertirse que el cálculo recién visto, se refiere a un solo artefacto. Si la superficie a iluminar es grande, habrá que dividir la superficie en varias partes y asignar a cada una, un artefacto, volviendo a calcular conforme a lo visto.

TABLA N° 9.15.
TIPOS DE ILUMINACIONES Y SUS RENDIMIENTOS

TIPO DE ILUMINACIÓN	RENDIMIENTO GLOBAL
Luz directa	0,42 a 0,10
Luz semi-directa	0,30
Luz difusa	0,35
Luz semi-indirecta	0,18
Luz indirectas	0,09

Iluminación exterior

Cuando nos referimos a iluminación exterior nos estamos refiriendo a cinco tipos de alumbrados bien definidos, a saber:

- **Arquitectónico:** frentes de edificios, instituciones, etc.
- **Decorativo:** monumentos, parques, plazas, jardines, etc.
- **Vial:** calles, autopistas, puentes, etc.
- **Industrial:** muelles, obras, playas de materiales, etc.
- **Deportivo:** para los distintos deportes

Cada una de estas actividades al igual que las que se llevan a cabo en interiores requiere un determinado nivel de iluminación. De acuerdo a la actividad que se desarrolla, se determinará el tipo de lámpara y luminaria.

Los sistemas de iluminación para exteriores se ejecutan con luminarias del tipo "proyector", cuyas características hemos visto oportunamente.

Para determinar la cantidad de luminarias necesarias se emplea la siguiente fórmula:

$$N = \frac{E_m S c_u f_c}{\Phi} \quad (9.06)$$

en donde:

- N Cantidad de luminarias o proyectores.
- E_m Iluminación media [*lux*].
- S Superficie a iluminar [m^2].
- Φ Flujo luminoso [*lumen*] de una luminaria.
- c_u Coeficiente de utilización del haz.
- f_c Factor de mantenimiento.

- **Iluminación media**

Se mide en lux. Está determinada para cada actividad.

- **Flujo luminoso**

Es el flujo luminoso útil emitido por la luminaria o reflector. Depende de la lámpara y el rendimiento de la luminaria.

- **Coefficiente de utilización del haz**

Es la relación entre el haz que incide sobre la superficie a iluminar y los del haz en total. El valor puede estar comprendido entre 0,6 y 0,9.

- **Factor de mantenimiento**

Depende de la calidad del mantenimiento que se realice en la instalación y puede variar entre 0,75 y 0,90.

9.12. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

Su necesidad y obligatoriedad

A través de los Reglamentos de Edificación o bien de Ordenanzas, los distintos municipios de nuestro País se establecen la obligatoriedad



Figura N° 9.39.
Indicador luminoso.



Figura N° 9.40, 9.41 y 9.42
Carteles (pictogramas)
indicadores



Figura N° 9.43
Equipo autónomo para
iluminación de emergencia

del uso de sistemas de alumbrado de emergencia, en los edificios a los cuales concurre el público en general. Entendiéndose por estos a: lugares de esparcimientos, bancos, sanatorios, etc. Estas disposiciones indican, que, en el caso de que falte la energía eléctrica que alimenta al sistema de alumbrado normal del edificio se encienda otro sistema independiente que pueda brindar un nivel de iluminación preestablecido durante un cierto lapso de tiempo.

Al respecto cabe señalar que se suelen combinar estos equipos de iluminación de emergencia con los indicadores del camino por el cual se debe evacuar el edificio. *Norma IRAM 1007 Señales de advertencia-Sistema de riesgos para eventual incendio u otra emergencia.*

La norma IRAM-AADL J 2027 fija los requisitos para el: *Alumbrado de emergencia en interior de establecimientos* y la norma IRAM 2362 a su vez trata el *Alumbrado de emergencia-Luminaria autónoma no permanente para dos lámparas incandescentes.*

Tipos

Existen fundamentalmente dos tipos de equipos para implementar un sistema de alumbrado de emergencia: el autónomo y el centralizado. En el primero de ellos cada luminaria tiene su fuente de energía o batería. En cambio, en el segundo, se tiene como su nombre lo indica un sistema central de baterías que alimenta a las luminarias que se disponen dentro del edificio.

En cuanto a su funcionamiento, también podemos decir que hay dos tipos: los *permanentes* y los *no permanentes*. Los primeros son aquellos permanentemente encendidos y los segundos los que lo hacen cuando falta la alimentación normal de la energía eléctrica. Los indicadores de acceso, como el ilustrado en las Figuras N° 9.39, 9.40, 9.41 y 9.42, son del tipo *permanente*. A los fines orientativos, el nivel mínimo exigido para los sistemas de iluminación de emergencia deberá ser de *1 lux* a nivel del piso.

9.13. FIBRA ÓPTICA

Habíamos visto en los primeros capítulos que entre los conductores se encontraban las fibras ópticas, las cuales podían transmitir señales. Esas señales, de hecho eran luminosas, por lo que ese haz de luz se puede utilizar para iluminar.

El empleo de esta técnica se ha difundido en diversos campos de la tecnología moderna. Así es posible verlo en la industria automotriz como en construcciones civiles. Es en estas últimas es donde podemos encontrarlas en la iluminación de fachadas, fuentes de agua, parques, monumentos, vidrieras, exhibidores, piscinas, etc.

En los casos de las fuentes de aguas y piscinas, es necesario resaltar la importancia que tiene el poder iluminar chorros o almacenamiento de agua sin el potencial peligro que puede significar la energía eléctrica en este medio.

9.14. ALUMBRADO PÚBLICO

Con esta denominación se reconoce el alumbrado de calles, caminos y autopistas. Estos sistemas deben ser calculados por expertos en la materia, ya que hay innumerables variables a considerar, como ser el tipo de calle, el piso, la cantidad de vehículos, etc. En este caso la importancia y el tamaño de la obra justifican la realización de estudios y cálculos previos. Una cuestión que va ganando espacio dentro de este tipo de cálculos es el ahorro de la energía eléctrica así como también las que hacen al mantenimiento de estos sistemas. Para esto último se recurre a la instalación de sensores, tanto sean de corriente como de cantidad de luz. Con ellos se puede hacer un monitoreo constante del estado en que se encuentra el sistema y poder proceder a reparar en forma inme-

diata cualquier desperfecto que pueda ocurrir (lámparas quemadas, actuación de alguna protección, etc.). Este control de los parámetros se hace mediante la transmisión de los datos a través de redes, los cuales son procesados por ordenadores que cuentan con el software adecuado.

9.15. OTROS TIPOS DE INSTALACIONES

Salas de reuniones o espectáculos

Los auditorios, cines, teatros y estudios cinematográficos son salas que por su naturaleza reúnen gran cantidad de personas, y los materiales que se manejan son en general de naturaleza combustible, aunque no lo debieran ser. Sus instalaciones son entonces de carácter especial.

El principal aspecto es la **iluminación de escape**, destinadas a guiar al público hacia las salidas principales o de emergencia, en caso de que por cualquier causa haya que desalojar la sala faltando energía de la red principal.

Para la implementación de esta iluminación de escape se recurre a los indicadores o señaladores que hemos visto anteriormente.

La ubicación de los mismos es de fundamental importancia a los fines de lograr el objetivo propuesto: una evacuación ordenada y sin pánico.

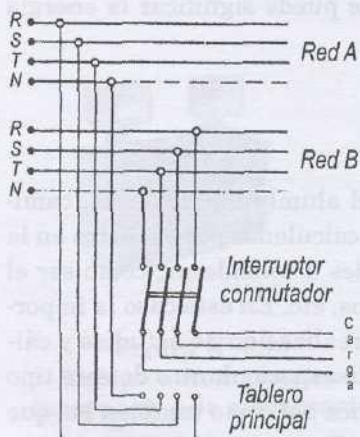


Figura N° 9.44
Esquema de doble
alimentación

La ubicación de cada uno de los indicadores o señaladores debe ser estratégica e indicar sin lugar a dudas las puertas, así como otros obstáculos que se pueda encontrar tales como: escalera, escalones o pasillos sin salida.

Si la sala es muy importante, puede pensarse en continuar el espectáculo, para lo cual es necesario un grupo electrógeno de emergencia, que solo alimente la iluminación y deje de lado la fuerza motriz de valor elevado como el aire acondicionado. Dichos grupos pueden tomarse de una potencia igual a un tercio del total.

Otra providencia es la de tomar doble alimentación, según el esque-

ma de la Figura N° 9.44, muy fácil de realizar en los centros urbanos importantes donde hay más de una red de distribución.

Todas estas instalaciones deben revisarse con mucha frecuencia.

El escenario es un lugar particularmente peligroso por lo combustible de los materiales que se manejan, de tal manera que siempre se coloca un telón de seguridad, para evitar que, eventualmente el fuego pueda propagarse del escenario a la sala. El telón puede ser accionado por un motor o a mano indistintamente, debiéndose usar motores completamente cerrados. Todas las instalaciones de carácter permanente en el escenario se hacen dentro de cañería de acero, y con cables sobredimensionados. Y las luces portátiles que deben cambiar de lugar frecuentemente, se toman de cajas especiales, donde hay tomacorrientes protegidos mecánicamente. Los tableros se proyectan de tal forma que sea fácil vigilarlos a simple vista. Las luces que cuelgan se suspenden con cadenas, evitando hacerlo de los mismos cables eléctricos. Las luces que cuelgan se suspenden con cadenas, evitando hacerlo de los mismos cables eléctricos.

Los proyectores, las luces móviles, los sistemas de apagado progresivo y muchos implementos más, se construyen siempre cumpliendo severos requisitos de seguridad contra incendio, y el conjunto de detalles constituyen una verdadera especialidad que no abordaremos en este trabajo. Simplemente hemos querido dar una idea que permita apreciar la magnitud de la tarea que implica un eficaz proyecto en esta materia.

La mejor guía, cuando no se tiene experiencia en esta clase de trabajos, es la observación directa de muchas obras similares, que permite realizar un proyecto adecuado. Es también una importante ayuda la consulta que pueda efectuarse a las casas proveedoras de materiales de esta índole.

En lo que respecta a los cinematógrafos, los problemas generales son completamente similares a aquellos de los teatros en cuanto a las salas que alojan a los espectadores, salvo la cabina de proyección que tienen características muy particulares. Las casas proveedoras del equipo son las más indicadas para aconsejar sobre sus detalles auxiliares.

Anuncios luminosos

Los anuncios luminosos son de tres tipos principales; los carteles iluminados, las letras o diseños luminosos y los sistemas con movimiento. Los carteles se pueden iluminar con artefactos colocados en su

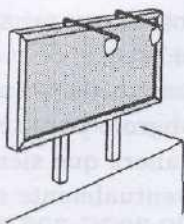


Figura N° 9.45
Iluminación de un cartel

parte superior como se ilustra en la Figura N° 9.45, provistos de lámparas incandescentes o de vapor de mercurio. Al solo efecto de dar una idea de potencia, diremos que se requieren de 25 a 50 watt por metro cuadrado, dependiendo del distrito en donde esté ubicado el letrero. Las letras luminosas pueden realizarse con lámparas incandescentes o con tubos de neón. Las lámparas se colocan en hilera formando las letras, y se estima que se necesitan de 30 a 130 watt por metro de trazo, correspondiendo los valores grandes a letras de altura pequeña. Si el cartel se confecciona con tubos de neón, muy difundidos en nuestro medio, son necesarios elementos auxiliares característicos de estos tubos. La Figura N° 9.46 nos indica

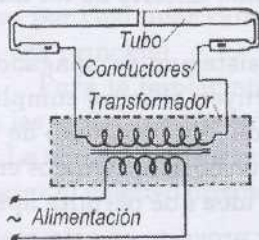


Figura N° 9.46
Esquema de conexiones de un tubo neón

el esquema de conexiones de un tubo neón, donde se aprecia que se trata de un artefacto que solo puede funcionar en alterna, porque necesita un transformador. Se construyen en tubos de hasta unos 3 metros de largo y diámetros de 20 mm aproximadamente. El transformador debe ser especial para este fin, poseyendo elevada dispersión a los efectos de contrarrestar las particulares características de estos elementos. El secundario es de alta ten-

sión, que se calcula sobre la base de lo largo del tubo y a la cantidad de estos que se colocan en serie. Un tubo de 22 mm de diámetro toma de la línea 10 a 15 mA y consume aproximadamente 30 watt por metro, números que como se comprenderá son bastantes variables.

El transformador va colocado a la intemperie con una caja metálica completamente estanca, con salidas hechas con boquillas de porcelana, y la alimentación de alta tensión de los tubos se realiza con alambres desnudos sustentados por aisladores de vidrio de forma y dimensiones convenientes.

Otro tipo de letras luminosas se consigue con cajones dentro de los cuales están las lámparas, y por transparencia dejan ver las leyendas.

En estos casos las lámparas incandescentes se colocan a 0,15 m de distancia entre sí, y en potencias muy variables según la distancia de visión. También hay letras que se perciben por silueta, sistema apropiado para distancias pequeñas. En cuanto al color, las luces deben aumentar su potencia según sea este, tomando como referencia el blanco. El rojo, y más aún el azul, son los colores más desfavorables. El rojo necesita una potencia aproximadamente cuatro veces mayor que el blanco. La forma de disponer las lámparas en lo que a sus conexiones eléctricas respecta, depende de las combinaciones y efectos que se desean lograr. Los bimetálicos permiten el apagado y encendido de pequeños letreros, pero si se desean combinaciones de letras, y sobre todo movimientos, es necesario tener un conmutador rotativo accionado por un pequeño motor eléctrico, y un desmultiplicador de velocidad.

En cuanto a la instalación eléctrica de alimentación de los anuncios, debemos tener en cuenta que se trata de elementos de intemperie, y la RIEI señala sus principales limitaciones, que se hacen extensivas a las fachadas iluminadas. Se recomienda no pasar de 20 A por circuito, y se reglamentan las distancias de lámparas como así mismo el material de los conductores de empalme. El tablero de maniobra debe ser independiente del resto de la instalación, y el acceso para revisiones, limpieza y recambios se hará con escaleras o medios suficientemente seguros. Los receptáculos a colocarse están contruidos de porcelana, como todos los elementos aislantes auxiliares. Los finales de las líneas a la intemperie se harán con cajas metálicas que aseguren estanqueidad, y pintadas de tal manera que no las ataque fácilmente el óxido.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

ÍNDICE

10.01.	INTRODUCCIÓN
10.02.	SISTEMAS DE ALARMA Y SEGURIDAD
10.03.	SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
10.04.	INSTALACIONES DE LLAMADAS Y SEÑALIZACIÓN
10.05.	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

10.01. INTRODUCCIÓN

Se estudiarán en este capítulo los circuitos y sistemas que se caracterizan por su baja tensión y su poco consumo. Los cortocircuitos en los mismos no son en general peligroso para la seguridad del edificio y las personas, pero la mayoría de ellos llevan sus protecciones para evitar así que una corriente intensa los destruya. A los efectos de una sistematización que permita extraer conclusiones y datos importantes, que interesan al instalador, clasificaremos a las instalaciones de baja tensión de la siguiente manera:

- Instalaciones de alarma, protección y seguridad.
- Instalaciones de comunicaciones.
- Instalaciones de señalización, llamada y similares.

Esta clasificación primaria permite encarar los principales aspectos de una técnica muy profunda y especializada, que en ningún momento se pretende detallar.

10.02. SISTEMAS DE ALARMA Y SEGURIDAD

Las instalaciones de alarma contra incendio son circuitos cerrados, en los cuales la interrupción de la corriente ocasiona la puesta en marcha de las alarmas. Los detectores de fuego se colocan estratégicamente en los locales a proteger, de tal forma que cada uno cubra unos 50 metros cuadrados de superficie.

Las instalaciones de este tipo pueden ser de varios propósitos. Existen avisadores que actúan por simple concentración de gases de combustión, sean estos visibles o invisibles. Actúan por ionización. Los hay también que actúan por apreciación óptica del humo, por modificación de la transparencia del aire. También existen por presencia de las llamas, por la claridad variable que produce el fuego. Existen también detectores de incendio que accionan por temperatura, sea por fusión de un elemento especial de muy bajo punto de fusión, sea por acción diferencial que se produce cuando el incremento de temperatura por unidad de tiempo, toma un valor establecido. No es motivo de este texto describir los diversos avisadores de incendio, lo que debe consultarse en tratados especiales.

En la Figura N° 10.01 mostramos un sistema de alarma de incendio. En la parte superior, vemos el aspecto de la instalación y en la parte inferior, el circuito eléctrico. Puede apreciarse que la red de alterna deriva un rectificador que provee corriente continua a la instalación. Debe ser así, porque en caso de falta de tensión de la red, debe haber una batería de acumuladores capaz de actuar con independencia. Esta batería se ve en el dibujo conectada en paralelo, manteniéndose continuamente cargada.

Los avisadores —sean estos automáticos que actúan por acción del incendio, sean manuales que los puede hacer actuar cualquier persona que ve el peligro— se trata de simples interruptores que están normalmente cerrados, es decir, se abren por la acción de alarma. Al producirse este hecho, se interrumpe la corriente en un circuito en que todos los avisadores están en serie. Es suficiente que uno se abra para que la corriente se haga nula y un electroimán (relé de corriente nula) deje caer por gravedad su pieza móvil, se cierre el circuito de alarma y actúen todos los elementos previstos.

Mientras el circuito está cerrado, la corriente retiene el núcleo del relé pero al cortarse esta, cae el núcleo y cierra el circuito de alarma audiovisual, compuesto de campanas y luces.

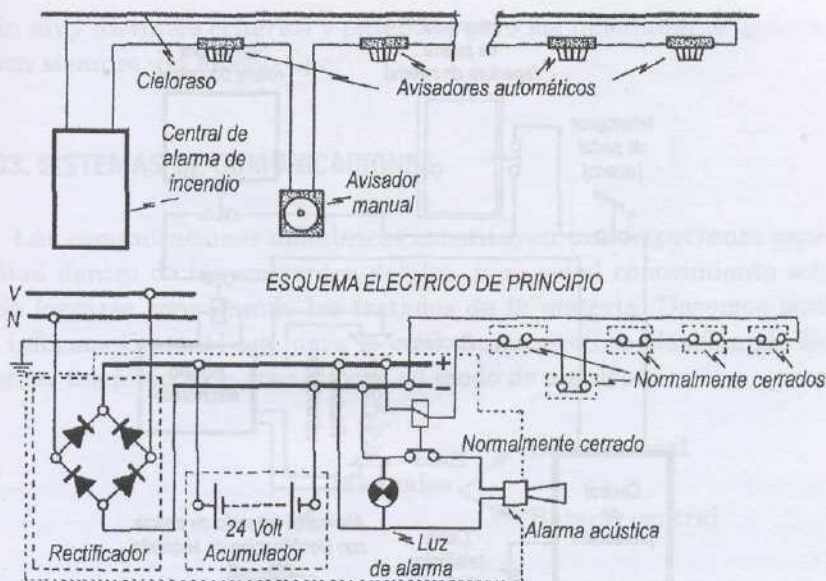


Figura N° 10.01
Sistema de alarma de incendio

En el dibujo de la Figura N° 10.02 hemos reunido en un caso hipotético, compuesto por varios tipos de alarma contra robos o intrusos. Hay una central de alarma, por lo regular de adecuados circuitos electrónicos, que recibe la información de un circuito en serie, como el de las alarmas de incendio. Todos son interruptores normalmente cerrados. El primero desde la izquierda es un pedal de alarma, que al presionarlo una persona, hace actuar el sistema. Le sigue en el circuito uno de puertas. Si se abre esa puerta o ventana, se abre el interruptor. Lo sigue uno de hilo tenso, que hace el recorrido por el cristal de un escaparate. Si el vidrio se quiebra intencionalmente o accidentalmente, se perturba la tensión del hilo del hilo tenso y se abre el interruptor, que es muy sensible. Puede actuar también por simples vibraciones, si un intruso procura perforar el cristal. Luego hay un equipo de rayos infrarrojos o de radiaciones ultravioletas, invisibles ambas al ojo humano, que partiendo de una fuente emisora llegan a una célula detectora. Si una persona u objeto se interpone en el camino del haz invisible, el sistema se desequilibra, transmite la señal al equipo electrónico y este hace actuar el interruptor de apertura. La central de alarma se puede resolver de

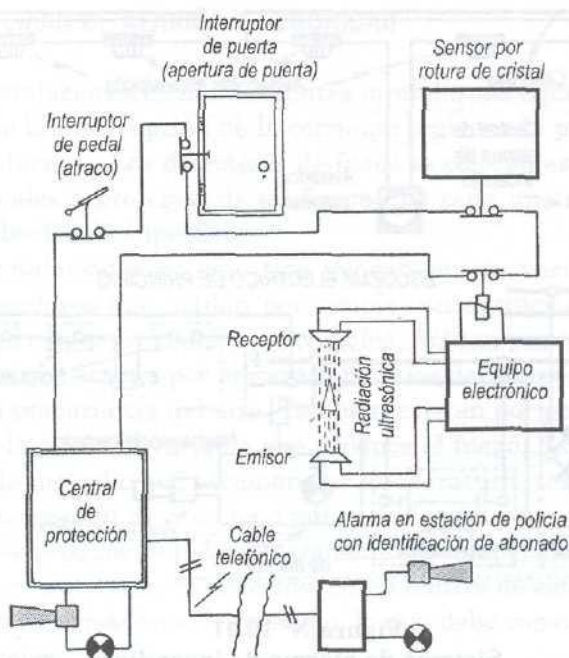


Figura N° 10.02
Sistemas de alarma contra intrusos

diversas formas. Puede producir una alarma local y también, puede por línea telefónica o por acción radioeléctrica, avisar a un puesto policial o de vigilancia.

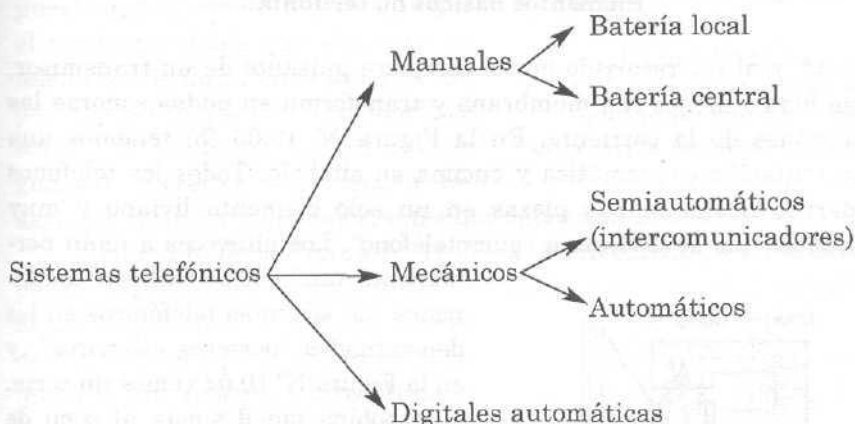
Los detectores de fuego pueden también estar en paralelo, y al cerrarse por la acción del calor, ponen en cortocircuito la bobina, la que suelta el núcleo.

Los sistemas de protección contra robo pueden ser del mismo tipo, pero también hay sistemas de protección basados en células fotoeléctricas, que se iluminan con rayos infrarrojos, los que al ser interceptados por personas o humo, dejan de alimentar la célula. Esta comanda un circuito electrónico especial que pone en marcha las alarmas. El cable que une la central de alarma con los detectores es de fabricación especial, con una envuelto de papel de estaño, con la cual y mediante una conexión adecuada, cualquier falla se detecta rápidamente y debe ser reparada. La técnica moderna ha introducido modificaciones importantes

según muy distintos criterios y patentes, pero los lineamientos generales son siempre del mismo tipo.

10.03. SISTEMAS DE COMUNICACIONES

Las comunicaciones alámbricas constituyen una importante especialidad dentro de las corrientes débiles, y su cabal conocimiento solo puede lograrse consultando los tratados de la materia. Daremos aquí una información sintética, para lo cual comenzaremos clasificando los sistemas telefónicos de acuerdo con su modo de empleo:



Los elementos básicos de la telefonía son: el transmisor, también llamado micrófono, y el receptor, también llamado teléfono. El transmisor se aprecia en el corte esquemático de la Figura N° 10.3 (a) y encima su símbolo convencional. Es del tipo de resistencia variable. Consiste en un cuerpo de carbón y una membrana flexible, elementos entre los cuales hay polvo de carbón suelto. Al hablar frente a la membrana, esta se mueve y comprime más o menos los granos de carbón, variando la resistencia eléctrica de ese conjunto, y por lo tanto la intensidad de la corriente que lo atraviesa.

Hay otros micrófonos más modernos que utilizan un elemento piezoeléctrico que, al deformarse, genera pequeñas tensiones que se traducen en una señal. El receptor de mayor uso es el magnético. Es un electroimán (con polarización magnética) que tiene una membrana flexible

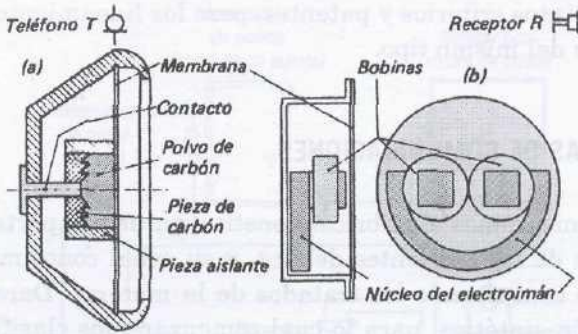


Figura N° 10.03
Elementos básicos de telefonía

delante, y al ser recorrido por la corriente pulsante de un transmisor, atrae mas o menos esa membrana y transforma en ondas sonoras las variaciones de la corriente. En la Figura N° 10.03 (b) tenemos una representación esquemática y encima su símbolo. Todos los teléfonos modernos llevan ambas piezas en un solo elemento liviano y muy manuable que se denomina "microteléfono". Los altavoces a imán permanente también se utilizan combinados con sistemas telefónicos en los denominados "porteros eléctricos", y en la Figura N° 10.04 vemos un corte.

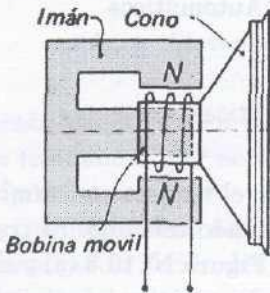


Figura N° 10.04
Altavoz a imán permanente

Una bobina móvil sujeta al cono de carbón, es recorrida por la corriente modulada y reacciona con el campo magnético del imán moviéndose en sentido axial, y transformando las variaciones eléctricas en variaciones sonoras.

La vinculación entre el **transmisor** por el cual una persona habla, y el **receptor** por el cual otra persona escucha, se hizo antiguamente por un enlace directo entre ambos elementos, mediante conductores eléctricos.

Cuando la cantidad de aparatos (abonados) aumentó, se hizo necesario disponer de **centrales telefónicas**. El enlace entre abonados y centrales fue al principio analógico. En la actualidad, la señal analógi-

ca del transmisor se convierte en digital y en esta forma se transmite. El receptor la recibe y la convierte en analógica para ser escuchada.

Los esquemas que se explican a continuación son todos analógicos, considerando que la técnica digital es un capítulo que escapa a los límites de este capítulo.

En la Figura N° 10.05 vemos dos microteléfonos, compuestos cada uno por un receptor R y un teléfono T , ambos en serie con una fuente de corriente continua, que es el sistema más elemental de comunicaciones. De ello se desprende que solo dos conductores bastan para alcanzar un puesto de conversación, y de aquí que el conductor doble que alimenta un teléfono se lo llame en la práctica "un par". Para ilustrar en forma sintética sobre los sistemas telefónicos en general, pasaremos revista a los aspectos técnicos más importantes que interesan al instalador.

El circuito de la Figura N° 10.05 es inconveniente, ya que debería permanecer conectada continuamente la batería, con el consiguiente desgaste, y, además, debe proveerse de otro sistema que establezca la llamada de un aparato a otro. El de la Figura N° 10.06 es otro esquema de principio en el cual se fundan los sistemas de batería local. La corriente micro-fónica se establece en un circuito cerrado e independiente de la red, que actúa solo durante la conversación, y permite mayor ventaja constructiva de los receptores.

Un sistema de baterías locales es el de la Figura N° 10.7. Cuando los microteléfonos están colgados de los ganchos correspondientes G , estos están en la posición de las Figuras N° 10.08 y 10.09. Si se oprime el pulsador P_1 se cierra el circuito de las dos pilas en serie B_1 y BL_1 a través de la campanilla C_2 , la que hace el llamado correspondiente.

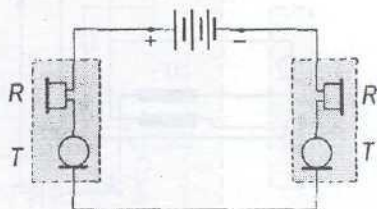


Figura N° 10.05
Circuito de un sistema telefónico con batería conectada permanentemente

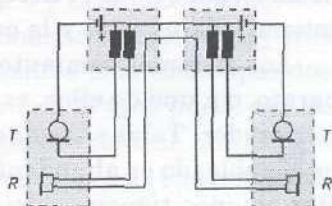


Figura N° 10.06
Circuito de un sistema telefónico con batería conectada durante la comunicación

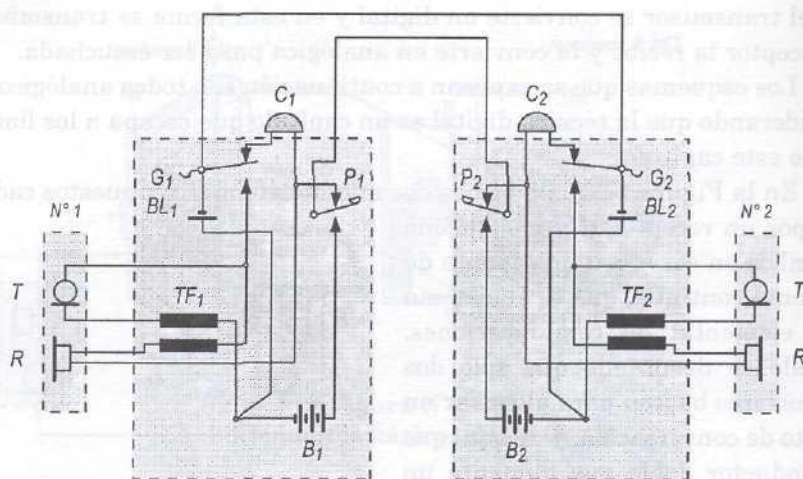


Figura N° 10.07

Circuito de un sistema telefónico con baterías locales

Levantando el microteléfono N° 1 se cierra el circuito del micrófono T, levantando el N° 2 ocurre lo mismo, quedando ambos aparatos en la misma forma que en el circuito básico de la Figura N° 10.6. La caja que contiene los contactos y la campanilla, contiene también las pilas.

Los sistemas semiautomáticos son equipos que permiten a cada aparato, o a uno de ellos, establecer la comunicación sin necesidad de un operador. Tales sistemas están limitados a muy pocos teléfonos ya que el cableado es abundante. Por lo general las casas proveedoras de estos equipos tienen sus sistemas propios, y el número de teléfonos suele no sobrepasar de 20. El que vamos a describir es uno de los tantos posibles, y su conocimiento permitirá seguir y reconocer otros sistemas más complicados. Se trata de un aparato central desde el cual es posible llamar a otros dos, y desde estos es posible llamar a la central. La Figura N° 10.8 nos enseña los principales aspectos de los teléfonos de pared. La parte (a), el microteléfono y su soporte, con el botón de accionamiento. Dicho botón tiene un resorte que lo lleva hacia fuera.

Cuando el microteléfono está en reposo apoyado en su soporte, el botón está en la posición intermedia que enseña la parte (c), con los con-

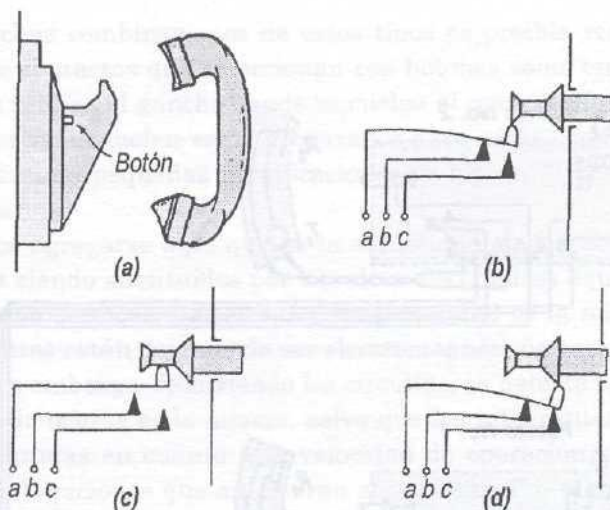


Figura N° 10.08
Sistema de teléfonos de pared

tactos interiores abiertos. Al descolgarlo, el resorte lo lleva hacia fuera, y queda como se ve en la (b), cerrándose los contactos a y b. Descolgado, si se oprime a fondo el botón, se cierran los a, b y c conjuntamente.

En la Figura N° 10.09 tenemos el conexionado completo. Hay tres conductores que son comunes, y luego irán tantos más como aparatos haya. Los pulsadores P_1 y P_2 junto con la batería B (que puede ser un rectificador) están en portería juntos con el aparato central, que es ligeramente distinto a los descritos, en las combinaciones de sus contactos. Apretando el pulsador P_1 suena la chicharra C_1 y cuando es contestado el llamado, el juego de contactos pone a los dos microteléfonos en serie con la batería. Si uno de los puestos desea comunicarse con la central, debe descolgar y oprimir a fondo el botón correspondiente, con lo que hace sonar la chicharra C de la central. El funcionamiento es fácil de comprender siguiendo el circuito.

Las pequeñas centrales que se utilizan hoy en día en oficinas, industrias y comercios, utilizan sistemas electrónicos (circuitos de conmutación-microcomputadores), las cuales son totalmente automáticas, pudiéndose desde cualquier extensión hacer llamados internos y externos sin dependencia alguna.

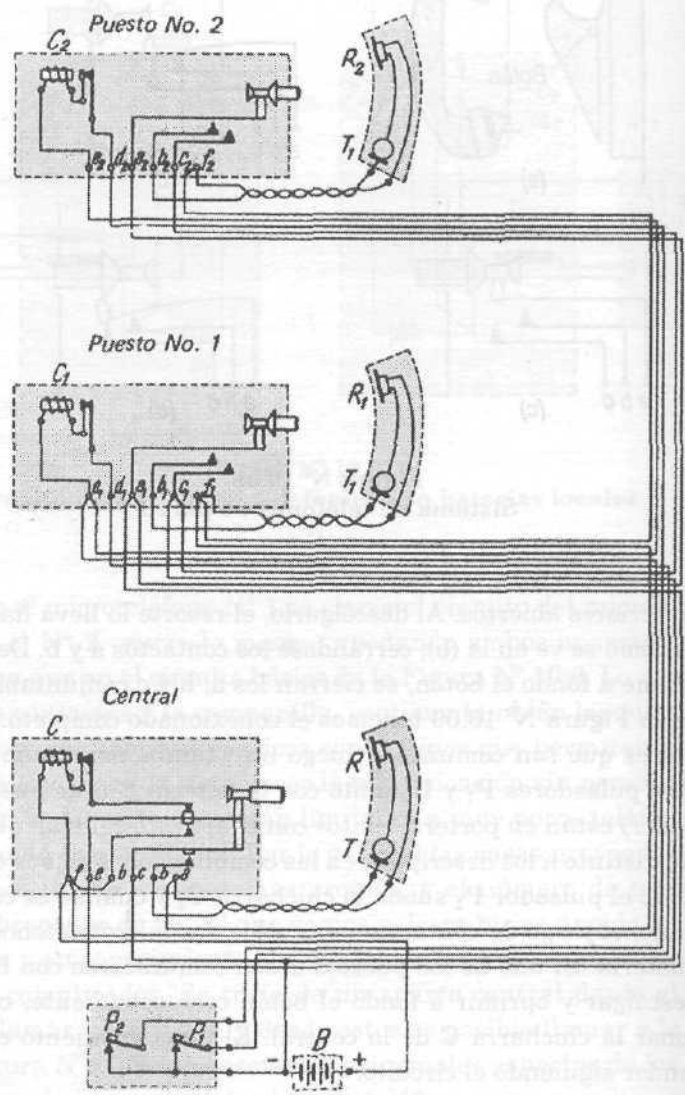
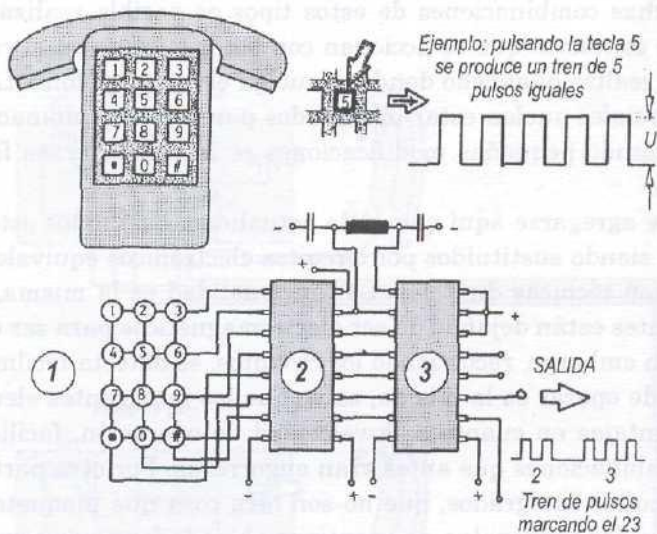


Figura N° 10.09
Conexión de teléfonos de pared

Muchas combinaciones de estos tipos es posible realizar con los juegos de contactos que se accionan con botones como en el caso anterior o los realiza el gancho donde se cuelga el microteléfono. Los teléfonos comerciales suelen estar preparados para estas combinaciones, ya que realizando pequeñas modificaciones se logran diversas formas de maniobra.

Debe agregarse aquí que en la actualidad, casi todos estos circuitos están siendo sustituidos por circuitos electrónicos equivalentes trabajando con técnicas digitales. La funcionalidad es la misma, pero los componentes están dejando de ser electromagnéticos para ser de estado sólido. Sin embargo, recorriendo los circuitos, se detecta fácilmente que la forma de operar es la misma, salvo que los integrantes electrónicos, tienen ventajas en cuanto a la velocidad de operación, facilidad para hacer combinaciones que antes eran engorrosas. Por otra parte hay en plaza circuitos integrados, que no son otra cosa que plaquetas pequeñas, con varios terminales, que contienen bajo la forma de componentes de microelectrónica, todos los circuitos que antes estaban dispersos y era necesario conectarlos adecuadamente.

Los teléfonos automáticos permiten al mismo abonado buscar la conexión con el número deseado. En la actualidad son utilizados los **teléfonos digitales**. En la Figura N° 10.10, arriba tenemos la imagen de uno de esos aparatos. Si oprimimos la tecla del número "5", el aparato envía a la red cinco pulsos iguales y seguidos, como en la misma figura a la derecha se enseña. Esto se logra con dos circuitos integrados, tal como se muestra en la parte inferior de dicha figura. La misma figura tiene las leyendas como para interpretar la funcionalidad del sistema. El primer circuito integrado recibe la información del teclado digital y según sea la tecla oprimida, este genera a su salida una señal digital de álgebra binaria o álgebra de Boole. Esa misma información ingresa al segundo circuito integrado, que se encarga de varias funciones, pero fundamentalmente, de emitir por su salida un tren de pulsos conforme las teclas oprimidas. El sistema en sí, cumple la misma función que los aparatos de disco, pero en forma más eficaz. El segundo circuito equivalente tiene una memoria, almacenando la información que recibe —que puede ser muy rápida, conforme el operador pulsa las teclas— y descargándola más despacio, con el ritmo que es admisible por la central telefónica conforme su configuración. Es decir, el circuito integrado produce las pausas necesarias entre dígito y dígito, y las emite



Componentes del circuito:

- 1) Teclado digital
- 2) Circuito integrado que recibe las señales del teclado y entrega señales en sistema binario
- 3) Circuito integrado que recibe las señales en sistema binario y entrega a la línea un tren de pulsos equivalente, con las pausas que correspondan

Figura N° 10.10
Teléfono digital

con la cadencia requerida de acuerdo a la tecnología de la central. A estos circuitos integrados se les han adicionado muchas funciones más, conforme la tecnología telefónica actual, como por ejemplo si el número está ocupado, retiene en su memoria el último número marcado y

con una simple orden, lo vuelve a emitir, sin necesidad de volver a marcar todos los dígitos.

También es capaz de retener varios números frecuentemente usados para evitar marcarlos cada vez.

En la Figura N° 10.11 mostramos un **teclado de teléfono digital** para aplicar en centrales de alta tec-

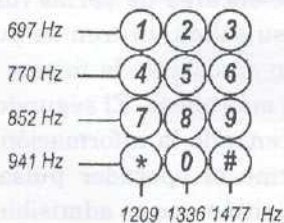


Figura N° 10.11
Teclado de un teléfono digital

nología, en que en vez de la señal de pulsos, se emiten **frecuencias clave**, que la central reconoce y sobre la base de ellas, actúa buscando el otro abonado. Por ejemplo si se pulsa la tecla "5", sale una señal de 770 Hz y otra de 1336 Hz. Ambas señales, juntas, identifican al dígito "5" en la central, la que almacena el dato en su memoria para ir componiendo el número total.

En las viviendas colectivas o grandes edificios, las líneas telefónicas se instalan conforme las prescripciones de la empresa que presta el servicio. En la Figura N° 10.12 tenemos el croquis de cañerías para una vivienda de varios pisos.

Paralelo con la enorme difusión alcanzada en estos tiempos por las viviendas colectivas, se ha generalizado también el uso de un sistema llamado "portero eléctrico".

Es una combinación de tres circuitos simples: un circuito de llamadas, un circuito telefónico, un circuito de accionamiento. La Figura N° 10.13 representa el esquema generalmente empleado.

Cerca de la puerta de acceso al edificio, del lado de la calle, se instala el portafón *AT*. Tiene una chapa metálica provista de una botonera general de llamadas. La chapa lleva pequeñas perforaciones en correspondencia con un altavoz y un micrófono situados detrás.

Una persona desea comunicarse con un departamento (por ejemplo el N° 20). Oprimiendo el pulsador de llamada *P20°* suena la chicharra *C20°*. La comunicación se establece levantando el microteléfono *T20°*.

El microteléfono lleva micrófono a carbón, y auricular magnético. Para franquear el paso, se oprime el pulsador *AB20°* que cierra el circuito del mecanismo "abre puertas". Este se aloja en el marco de la puerta. Consiste en un retén del picaporte, que se destraba energizan-

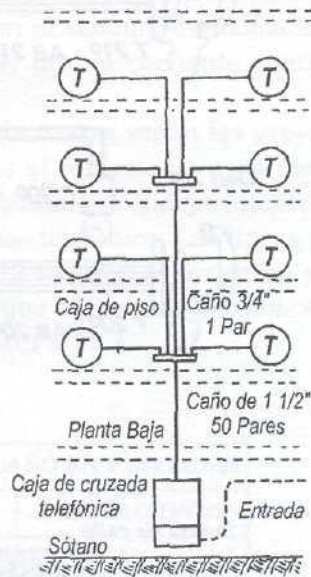


Figura N° 10.12
Croquis de cañería para
cables telefónicos

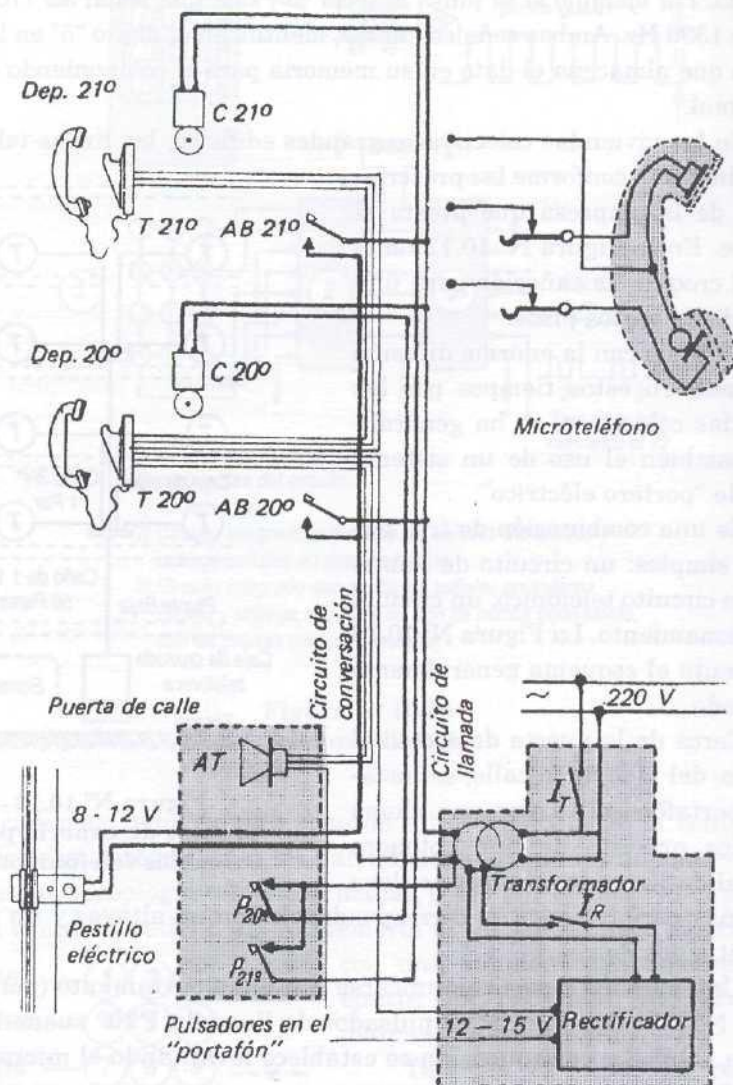


Figura N° 10.13
Esquema eléctrico de un portero eléctrico

do un electroimán. Un zumbido característico indica su funcionamiento, durante cuyo lapso se puede abrir la puerta empujando. Son más familiares los nombres "cerradura eléctrica", "pestillo eléctrico" o "llave eléctrica".

Los sistemas actuales de "portero eléctrico" tienen una fuente de alimentación centralizada conectada a la red de 220 volt. Se trata de una fuente "doble", pues tiene salida de corriente alternada y de corriente continua, ambas de baja tensión. Un pequeño transformador reductor alimenta: un pequeño rectificador, el sistema de llamadas, el sistema de accionamiento. El rectificador, provee corriente continua para el circuito telefónico.

Las instalaciones telefónicas deben ejecutarse según las prescripciones de la empresa prestataria, conforme al reglamento para inmuebles. Estas instalaciones deben ser completamente independientes de todo otro circuito eléctrico y de exclusivo uso telefónico. Las líneas pueden colocarse en caños del tipo "liviano". El tamaño de los caños y las cajas debe estar de acuerdo con los "pares" que contienen, y podemos ver las directivas generales en las Tablas N° 10.1 y 10.2.

TABLA N° 10.01.

CANTIDAD DE PARES	DIÁMETRO DEL CAÑO EN PULGADAS	
	PRINCIPAL	DERIVACIONES
1	—	$\frac{5}{8}$
Hasta 3	—	$\frac{3}{4}$
Hasta 6	—	$\frac{7}{8}$
Hasta 12	—	1
Hasta 16	1	—
Hasta 26	$1 \frac{1}{4}$	—
Hasta 50	$1 \frac{1}{2}$	—
Hasta 100	2	—

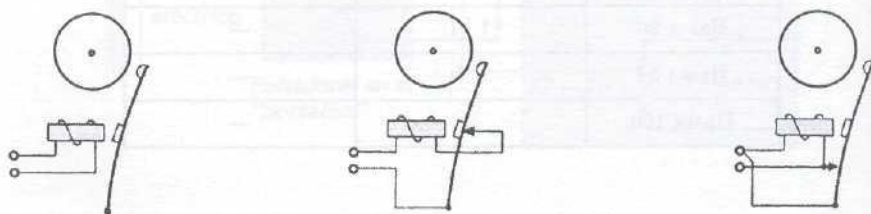
Para uso como cajas de paso se pueden emplear las comunes cuadradas de 10 x 10 cm, y para las salidas a los aparatos telefónicos, se usan las del tipo rectangular común de llaves y tomas.

TABLA N° 10.02.

NÚMERO DE PARES	MEDIDAS DE LAS CAJAS DE EMPALME Y DISTRIBUCIÓN [cm]		
	ALTO	ANCHO	PROFUNDIDAD
11	30	20	10
16	35	30	10
26	50	40	10

10.04. INSTALACIONES DE LLAMADA Y SEÑALIZACIÓN

Las instalaciones de señalización, llamada buscapersonas y similares, llevan timbres o zumbadores. La Figura N° 10.14 muestra un timbre de un solo golpe, la 10.15 el timbre de llamada continua para conexión en serie y la 10.16 el timbre en derivación, esquemas fáciles de interpretar por lo familiares. Estos tres timbres pueden funcionar indistintamente con corriente continua o alternada. La Figura N° 10.17 es la de un timbre polarizado para corriente alterna, usual en los teléfonos ya descritos. Un imán en herradura tiene sus caras norte y sur donde indica la figura y del norte, comunicándole su polaridad, está suspendido un balancín que lleva el martillo colgado. Al excitar las bobinas de corriente alterna, estas polaridades se incrementan y debilitan atrayendo en forma alternada esa pieza pendular y haciendo sonar las campanillas.



Figuras 10.14, 10.15, 10.16
Timbres para corriente alterna o continua

Como todos estos circuitos trabajan con baja tensión, se usan transformadores, una de cuyas conexiones, quizá la más conocida, es la de la Figura N° 10.18.

La Figura N° 10.17 representa la conexión de un timbre común de alterna, para uno o más pulsadores, y se nota que el primario del transformador está conectado continuamente a la red, estando diseñado para ese estado de funcionamiento. La Figura N° 10.20 muestra las conexiones de dos timbres para ser accionados por un solo pulsador. En base a estos circuitos básicos se pueden hacer múltiples combinaciones. En la Figura N° 10.21 se aprecia el conexionado de varios timbres desde una botonera central ubicada en la puerta de calle, y botoneras en cada piso de entrada del departamento, teniendo el sistema alimentación centralizada.

Otro sistema muy difundido es el "automático de escalera" que sirve para encender transitoriamente las luces de pasillos y escaleras de un edificio y dar tiempo a las

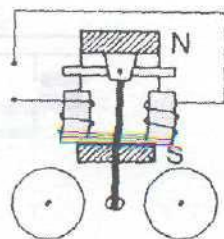


Figura N° 10.17
Timbre para corriente alterna

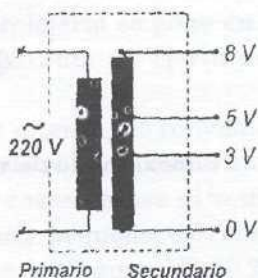


Figura N° 10.18
Conexión de timbre con transformador

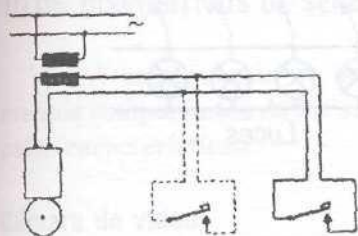


Figura N° 10.19
Conexión de un transformador para uso con timbres

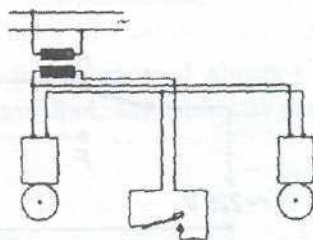


Figura N° 10.20
Esquema de dos timbres accionados por un pulsador

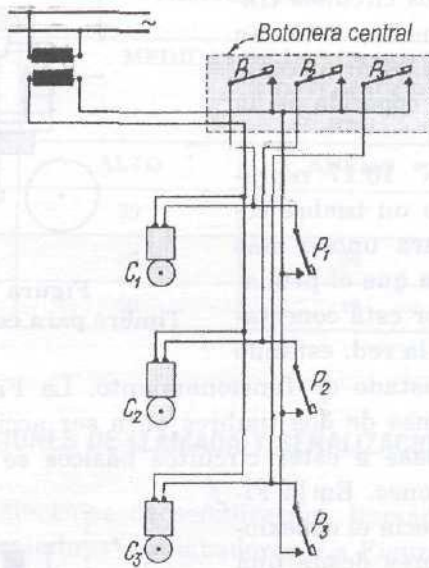


Figura N° 10.21
Conexión de varios timbres con botonera central

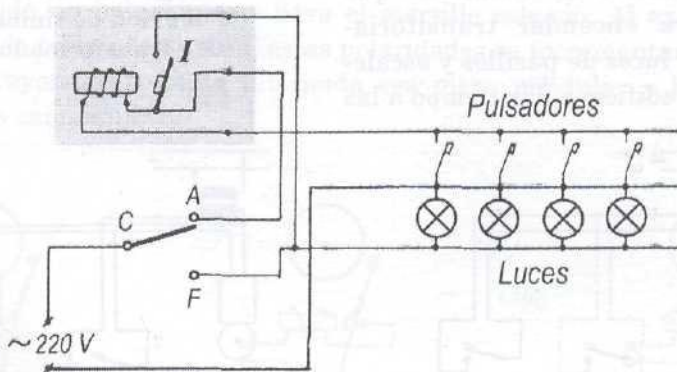


Figura N° 10.22
Esquema de un automático de escalera

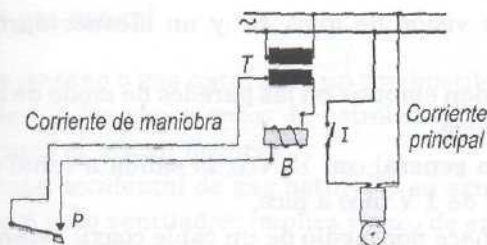


Figura N° 10.23

Circuito de accionamiento mediante corrientes de maniobra

personas a que lleguen desde la puerta de calle hasta su departamento o viceversa. En la Figura N° 10.22 vemos las conexiones. Cuando el conmutador **C** está en la posición fija **F** las luces se encienden directamente desde él. En la posición "automático" **A**, si se oprime un pulsador, un sistema automático de relojería se pone en marcha y cierra **I**, alimentando las lámparas durante un cierto tiempo que es fácilmente regulable.

En todos los circuitos con corriente muy intensa, no conviene maniobrarlos con la corriente principal, sobre todo si la distancia entre la carga y los pulsadores es grande. En estos casos se usa el comando indirecto con relevadores accionados por una pequeña corriente de maniobra, según esquema de conexiones de la Figura N° 10.23. El pulsador **P** al cerrarse conecta la bobina **B** que cierra el interruptor principal **I**, conectando así la carga, en este caso la campana o la bocina **C** que se supuso es para la tensión de red.

10.05. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

A continuación se describirán en forma general algunos elementos componentes de los sistemas de seguridad, así como sus principales características.

Cámara de video

Se suelen utilizar en forma individual o bien junto a circuitos de comunicación (porteros visores). Suelen estar montadas en un gabinete sobre un soporte, lo que permite girarla y obtener inclinación deseada.

Tienen un ángulo de visión de unos 45° y un alcance aproximado de hasta 10 metros.

También se pueden embutir en las paredes de modo de hacer pasar inadvertida su presencia.

Se alimentan en general con 12 Vcc, la salida a señal de video es de tipo PAL N NTSC de 1 V pico a pico.

La conexión se hace por medio de un cable coaxil estándar.

Detectores de humo

Están basados en un principio fotométrico. Consta de un emisor y un receptor de estado sólido, ubicados en una cámara de captación de forma especial.

Al ingresar partículas de humos a la cámara, el receptor recibe una fracción de la luz que emite el emisor, de manera que activará un contacto, que puede conectarse a una alarma auditiva.

Para evitar disparos de alarmas debidos a condiciones de luz inapropiadas, (iluminación directa del sol en la ranura de ingreso), los detectores cuentan, además, con mediciones de temperatura, que darán la alarma sobre los 45°C , condición presente sólo en principios de incendios.

La mayoría de los detectores permiten cancelar la alarma audible, persistiendo una señalización luminosa, hasta que desaparezca el humo.

Para asegurar el buen funcionamiento, se debe ubicar cerca del cielorraso, a unos 15 a 30 cm del mismo.

Estos sensores pueden estar conectados a un sistema general o bien ser autónomos.

Detector de movimiento

Un detector piro eléctrico, detecta las fuentes de calor humanas en movimiento.

Pueden ser utilizados en sistemas de detección de intrusos o bien para encendido de luces. Pudiéndose ser éstas últimas con fines disuasivos o bien para un uso eficiente de las luminarias.

Para su uso para los que se utilizan en este último caso, cuenta con ajustes de tiempo de encendido y sensibilidad, que quedará afectada por la luz del día por ejemplo.

Detector de gas natural

El gas metano o gas natural es un combustible que se extrae entre otras fuentes de los yacimientos de petróleo. Su poder calórico lo hace apropiado para el uso en hogares.

El escape accidental de gas natural y su acumulación en ambientes cerrados ó poco ventilados, implica riesgo de explosión, si se alcanza una concentración entre 5 y 15 %.

El detector cuenta con un elemento sensor de estado sólido precalefaccionado que no es afectado por otros gases ó vapores presentes típicamente en los hogares u otros ambientes.

El sensor de estado sólido consta de un microchip con sustrato de óxido de aluminio con resistencia calefactora integrada.

Ante la presencia de algún gas detectable, se incrementa la conductividad del sensor con el incremento del gas.

Un circuito asociado al sensor puede convertir este cambio de conductividad en una señal de salida que corresponda a la concentración de gas.

Para el correcto funcionamiento del detector, se debe instalar en las cercanías del cielorraso (20 a 40 cm), ya que el metano es más liviano que el aire y se elevará en caso de fugas, y entre 1 y 8 metros de distancia del artefacto de gas. La boca de ingreso de gas del detector debe estar siempre orientada hacia el piso.

Entre el aparato y la eventual pérdida de gas no debe haber obstáculos a saber: divisiones, columnas, muebles, etc., que puedan bloquear el flujo de gas hacia el detector. Además, el detector no debe ubicarse en las proximidades de ventanas, extractores, fuentes de vapor, salidas de humos, etc.

Detector de gas envasado

Las fugas de gas envasados, (propano-butano), provocan en determinadas condiciones, la aparición de llamas y deflagraciones. En función de la cantidad de gas presente, aumentará el riesgo de explosiones e incendios.

Existen varios niveles de peligrosidad de las concentraciones de gas en el ambiente.

Nivel de mínimo de explosividad: (l.e.l)

“La mínima concentración de gas expresada como porcentual en volumen del gas en aire, por debajo de la cual, aún en presencia de chispas, no se produce propagación de la llama”.

Este nivel es de un 2,1% para gas envasado, por arriba de esta concentración existirá riesgo de explosión.

Los detectores, por seguridad, detectan un porcentual mucho menor (del orden del 10% del nivel mínimo de explosividad) para que haya tiempo para la ventilación del ambiente.

Un correcto funcionamiento del detector, se obtiene cuando está instalado en las cercanías del cielorraso (20 a 40 cm), ya que el metano es más liviano que el aire y se elevará en caso de fugas, y entre 1 y 8 metros de distancia del artefacto de gas. La boca de ingreso de gas del detector debe estar siempre orientada hacia el piso.

Entre el aparato y la eventual pérdida de gas no debe haber obstáculos a saber: divisiones, columnas, muebles, etc., que puedan bloquear el flujo de gas hacia el detector. Además, el detector no debe ubicarse en las proximidades de ventanas, extractores, fuentes de vapor, salidas de humos, etc.

Detectores de monóxido de carbono

La calefacción de ambientes en hogares con estufas, hogares, salamandras, o cocinas, puede acumular monóxido de carbono en los ambientes.

Por su naturaleza inodora, incolora e insípida, es difícil de detectar, y puede derivar en accidentes.

Estos detectores constan de un circuito electrónico calefaccionado, baja su resistencia en presencia del gas, este sensor cuenta con filtros de carbón que permiten la selectividad del gas presente.

Se recomienda para un buen funcionamiento del detector, que debe ser instalado a unos 20 o 40 cm del cielorraso, entre 1 y 8 metros de la eventual fuente de monóxido de carbono.

Porteros visores

Los porteros visores, se han popularizado en los últimos años por la seguridad que ofrecen a las personas y por las ventajas propias del sistema.

Es frecuente encontrarlos en edificios y casas de departamentos y en menor medida en casas mono familiares.

El sistema de portero visor consta de una fuente de alimentación, un aparato común que será el instalado a la entrada de la vivienda y uno o más terminales, que se encuentran en cada vivienda.

El sistema adoptado por las distintas marcas, permite conectar uno o varios terminales al mismo sistema con la posibilidad de expansión, haciendo posible la instalación de un terminal en cada ambiente de la vivienda o inmueble sin que exista un límite teórico para la cantidad de terminales, sin embargo, la potencia de la fuente de alimentación crece con el número de terminales.

La conexión entre la unidad común y cada terminal se realiza en paralelo, disponiendo para ello, un cable de 4 conductores.

Las especificaciones del cable varían de acuerdo al fabricante pero los puntos comunes son:

- Cable multipar de 4 conductores.
- Sección mínima: $4 \times 0,75 \text{ mm}^2$

La mayoría de las marcas no exigen cables apantallados.

SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS

ÍNDICE

11.01.	INTRODUCCIÓN
11.02.	SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS
11.03.	TIPOS DE SUBESTACIONES
11.04.	GRUPOS ELECTRÓGENOS

11.01. INTRODUCCIÓN

Trataremos en este capítulo aquellas instalaciones que se pueden presentar en los grandes inmuebles que se destinan a viviendas colectivas, edificios públicos, comerciales, sanatoriales, deportivos o bien de uso industrial, que se denominan **subestaciones transformadoras**.

Eran instalaciones menos habituales, pero con el aumento de las superficies construidas, el mayor incremento de potencia en los sistemas de iluminación así como también el mayor uso que se hace del aire acondicionado y calefacción como también la re-potenciación de las pequeñas o medianas empresas productivas hace que las subestaciones transformadoras sean más comunes o habituales.

En algunas circunstancias, ya sea por tratarse de potencias elevadas o por las características de la red de distribución, es necesario tomar la energía eléctrica en media tensión (33 o 13,2 kV) y reducirla con un transformador a baja tensión (380/220 V). Estas subestaciones deben componerse del dispositivo de transformación propiamente dicho y de los elementos auxiliares de maniobra, protección y medición.

11.02. SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS

Como decíamos cuando se trata de grandes edificios se hace necesario tomar energía eléctrica de la red pública de tensión más alta, por ejemplo, 3×13.200 volt. En estos casos, es necesario instalar en el mismo edificio una subestación transformadora, correspondiendo un esquema eléctrico de principio como el de la Figura N° 11.01. La alimentación se realiza a través de un seccionador bajo carga con fusibles para 13.200 volt, que permite efectuar las maniobras para conectar o desconectar el sistema y a su vez proteger el mismo. Luego se encuentran los transfor-

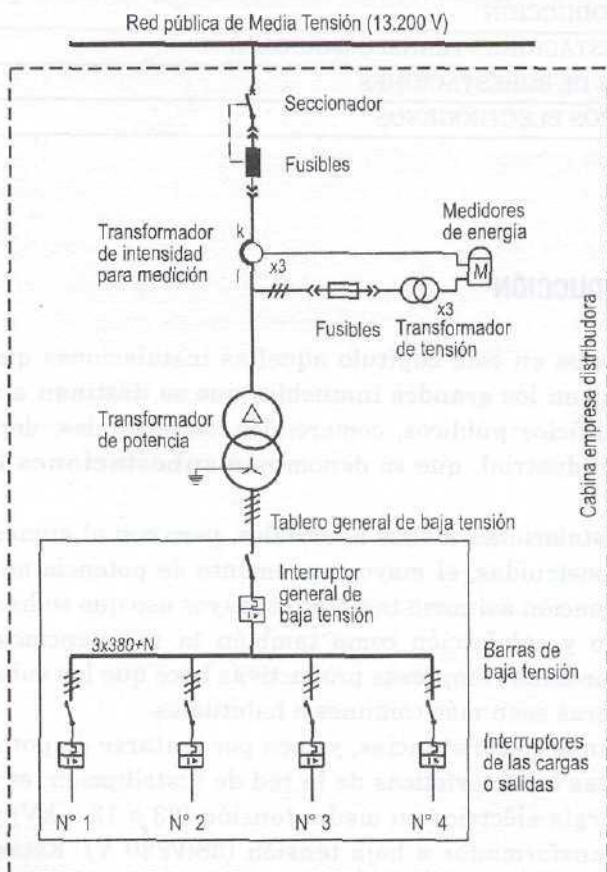


Figura N° 11.01

Esquema unifilar de una subestación transformadora

madores de medida que se necesitan para los medidores de energía eléctrica; siguiendo con la instalación encontramos el transformador de potencia propiamente dicho, que es una máquina estática, que se encarga de reducir la tensión desde $3 \times 13\,200$ volt a $3 \times 380/220$ volt. A la relación entre ambas tensiones de entrada y salida, se la llama relación de transformación. Luego sigue un interruptor automático termomagnético, que alimenta el tablero de baja tensión, desde donde se efectuará la distribución.

Muchas y muy variadas son las disposiciones adoptadas, siendo necesario en cada caso un estudio con todos los factores en juego para llegar a la solución adecuada. Como estos trabajos los realizan personas especializadas en la materia, nos limitaremos aquí a proporcionar una información general, a los efectos de prever espacios y algunos detalles de construcción.

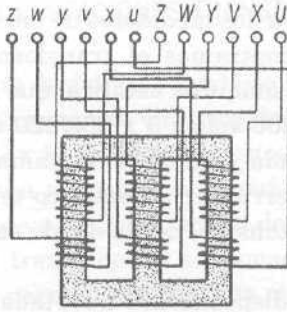
El elemento fundamental de estos conjuntos es el transformador, máquina estática que para los usos a que nos estamos refiriendo es siempre trifásica, con un esquema de conexiones interno, como se muestra en la Figura N° 11.02. Los seis terminales de alta tensión marcados con U V W X Y Z se pueden conectar en estrella o triángulo, pero lo más frecuente es en triángulo. Los seis terminales de baja tensión u v w x y z se conectan en estrella, con el neutro accesible conectando directamente a tierra. De tal manera que al exterior, vemos tres aisladores de entrada para el primario, y cuatro aisladores de salida para el secundario. En cada columna del núcleo como se ve en la Figura N° 11.02 existe un primario de alta y un secundario de baja correspondientes a una fase.

Todo este equipo está colocado en un tanque lleno de aceite mineral especial, que actúa como refrigerante y aislante eléctrico.

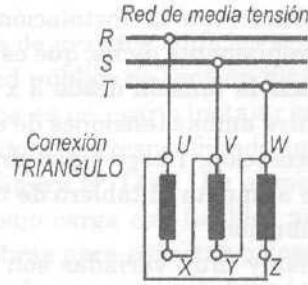
También se emplean transformadores del tipo encapsulado o "secos", en los cuales las bobinas están moldeadas y aisladas con resina epoxi, para evitar peligro de incendio como ocurre con los de aceite.

Las cajas o "cubas" de los transformadores están construidas con chapa y tienen una forma prismática y tienen tubos o aletas destinadas a la refrigeración del aceite como se indica en la Figura N° 11.02. En la misma, se puede apreciar que el transformador tiene un pequeño tanque en la parte superior, para permitir la expansión del líquido refrigerante cuando en marcha aumenta su temperatura.

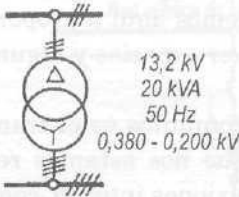
A efectos de tener una idea sobre dimensiones, la Tabla N° 11.01 permite observar las dimensiones indicadas en la Figura N° 11.03. Debe



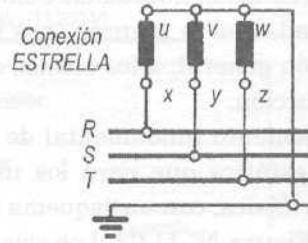
Esquema de núcleo, bobinados y terminales



Conexión TRIANGULO



Representación simbólica



Conexión ESTRELLA

Figura N° 11.02

Esquema de conexiones y representación de un transformador trifásico

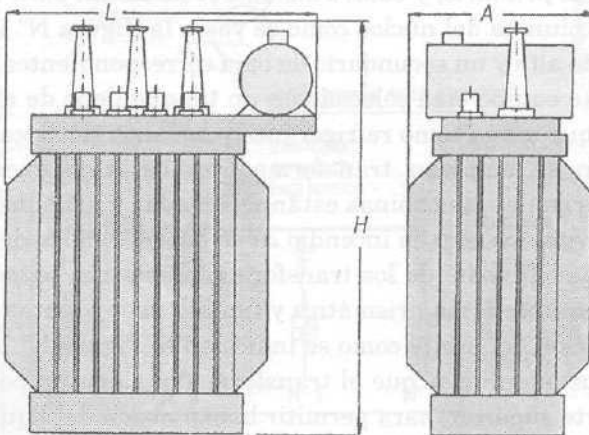


Figura N° 11.03

Esquema externo de un transformador

indicarse que estos datos sirven para transformadores cuyas tensiones de entrada y de salida, no superan los 20 000 V, como es el caso de las instalaciones en inmuebles.

TABLA N° 11.01.
CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES
TENSIÓN PRIMARIA 13.200 kV

POTENCIA [kVA]	PESO [kg]	DIMENSIONES PRINCIPALES [mm]			
		LARGO L	ANCHO A	ALTO H	TROCHA T
25	300	900	450	1.100	—
80	550	1.320	700	1.400	600
100	590	1.320	700	1.400	600
200	880	1.500	800	1.500	600
315	1.245	1.650	850	1.700	700
500	1.770	1.800	1.050	1.900	800
630	1.990	1.800	1.050	1.900	800
1000	2.990	1.850	1.860	2.050	800

Notas:

1. Relación $13\ 200 + 2 \times 2,5\ \% / 400 - 231\ V/V$
2. La tabla no esta completa, solo muestra las potencias más usadas
3. Estos datos corresponden a la Norma IRAM 2050 (hasta 1000 kVA inclusive)

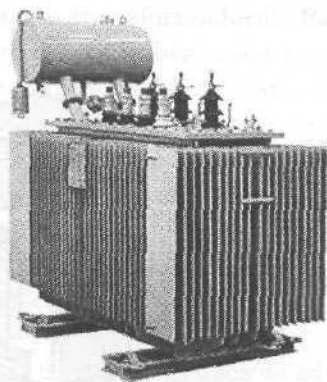


Figura N° 11.04
Transformador

11.03. TIPOS DE SUBESTACIONES

Las subestaciones transformadoras, adquieren distintos aspectos constructivos en función de la aplicación que tendrán y también del lugar en donde se tienen que instalar, es así que podemos encontrar:

- subestaciones compactas
- subestaciones de interior
- subestaciones aéreas
- subestaciones integradas

No se trata de denominaciones estrictas, ya que suelen dárseles otros nombres de acuerdo al uso y las costumbres del lugar o empresa.

Subestaciones compactas

La Figura N° 11.05 nos enseña el croquis de una estación transformadora compacta, normalizada, constituida por un solo bloque que contiene al transformador mismo y a los tableros de media tensión y baja tensión necesarios a la entrada y salida de energía. El conjunto es fácil de transportar y de instalar.

Subestaciones para interior y exterior

En los casos de recibir energía eléctrica a tensión más alta que la de utilización en el edificio, se hace menester construir un recinto especial para alojar el transformador y los elementos de maniobra y

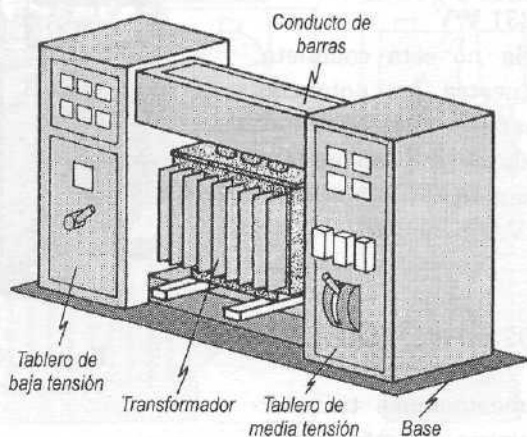
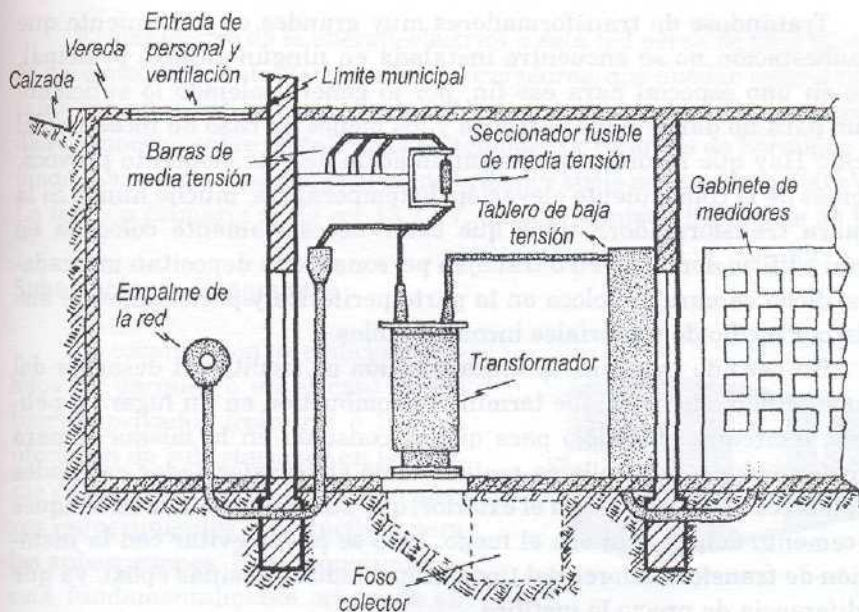


Figura N° 11.05
Estación transformadora compacta



Figuras N° 11.06
Vista en corte de una subestación transformadora típica

protección. Este recinto se llama "subestación transformadora". Para el caso de grandes edificios en el radio urbano, la subestación transformadora se instala en el mismo edificio. Para ello debe consultarse a las empresas prestatarias del servicio, las que aconsejarán la forma de disposición normalizada y proveerán de croquis sobre los cuales poder diseñar la obra civil necesaria, y disponer la colocación de los aparatos. En la Figura N° 11.06 podemos apreciar un corte de subestación para un edificio grande, dispuesta en un nivel bajo. En la Figura N° 11.04 se presenta el esquema eléctrico de una subestación con 4 salidas.

En el caso de instalaciones industriales, o grandes grupos de edificios o simplemente en construcciones en donde el valor del terreno no justifica hacer una subestación subterránea, para aprovechar la tierra o adaptarse a las condiciones de operación de las grandes ciudades, se puede construir una subestación del tipo más clásico, parecida a las que diseñan para su uso las grandes empresas de electricidad en las estaciones de conversión importantes.

Tratándose de transformadores muy grandes es conveniente que la subestación no se encuentre instalada en ningún edificio principal, sino en uno especial para ese fin, por lo general alejado lo suficiente como para no dañar a las personas y los bienes en caso de incendio del aceite. Hay que recordar que la inflamación de este elemento provoca, además de la consiguiente elevación de temperatura, mucho humo. Si la cámara transformadora tiene que estar necesariamente colocada en algún edificio donde viven o trabajan personas, o se depositan mercaderías, dicha cámara se coloca en la parte periférica y perfectamente aislada por medio de materiales incombustibles.

En caso de incendio, la única solución es facilitar el desagote del líquido inflamado, para que termine su combustión en un lugar no peligroso, o circunscribiéndolo para que se consuma en la misma cámara transformadora. Para ello se realizan bajo el transformador cavidades amplias con conductos hacia el exterior, que puedan terminar en tanques de cemento donde se ahoga el fuego. Esto se puede evitar con la instalación de transformadores del tipo encapsulado en resinas epoxi, ya que la diferencia de precio lo justifica.

Todas las construcciones de la subestación se proveen de buena ventilación, para asegurar un tiraje eficaz, e impida la entrada de agua, lluvia, nieve u objetos extraños.

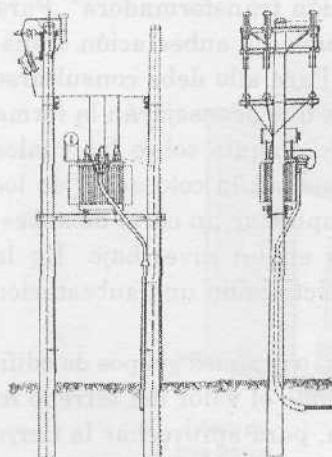


Figura N° 11.07
Subestación
transformadora aérea

Actualmente las subestaciones se han simplificado mucho, utilizando tableros, con aparatos aislados mediante hexafluoruro de azufre (SF₆), lo que reduce en forma apreciable el espacio necesario.

Subestaciones aéreas

La distribución de la energía eléctrica en las zonas no céntricas de las grandes ciudades y en las pequeñas, así como en los pueblos se hace tendiendo cables y conductores en forma aérea. Ello obedece a razones económicas, aunque no ofrecen tanta seguridad para las personas y el servicio, Figura N° 11.07.

El suministro de la energía eléctrica a esta red aérea de baja tensión se hace mediante subestaciones transformadoras, que pueden estar a nivel tanto sea en interior como exterior o bien por razones de espacio y seguridad se montan sobre plataformas sostenidas por columna de hormigón armado. La potencia máxima del transformador suele ser los 500 o 630 kVA. La tensión primaria suele ser 13,2 kV, aunque también las hay de 33 kV.

Subestaciones integradas

La construcción de edificios rodeados de parques o en el caso de los barrios privados (*country*) o bien la ubicación de subestaciones en las plazas públicas, ha hecho que surjan nuevos requerimientos constructivos para las subestaciones. Este requerimiento está fundamentalmente originado en la utilización del menor espacio posible y la estética, acompañado de las obvias condiciones de seguridad y también de un factor muy importante en la ejecución de cualquier tipo de obra: el tiempo de ejecución, Figuras N° 11.08. 11.09 y 11.10.

Este tipo de subestación integrada o también llamados centro integrado de transformación, se construye y se arman en una fábrica y luego se trasladan al lugar de montaje, en donde generalmente ya se

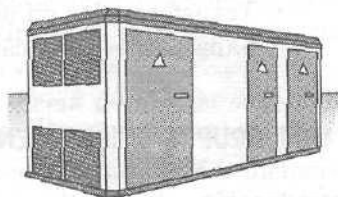
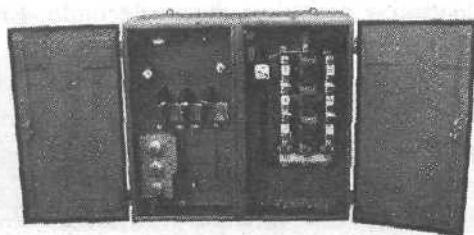
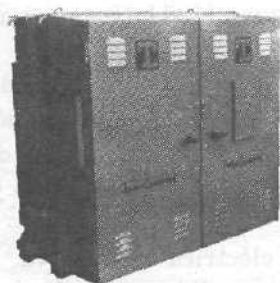


Figura N° 11.08.
Vista esquemática
de una subestación integrada.



Figuras N° 11.09 (izq.) y 11.10 (der.).
Subestación integrada

encuentran tendidos los cables, por lo cual solo hay que proceder a fijarla a una base y luego conectarla.

Se fabrican con potencias de 200 y 500 kVA. La tensión primaria es de 132,2 kV y la secundaria de 400-231 V con regulación de $\pm 2,5\%$ sobre el primario.

Estas subestaciones están formadas por:

- Gabinete dividido en dos partes destinados, uno a los aparatos de maniobra y protección de media tensión y el segundo para los de baja tensión.
- Transformador en aceite, de los herméticos, sin tanque de expansión o sea con cámara superior de nitrógeno.

11.04. GRUPOS ELECTRÓGENOS

Introducción

Los grupos electrógenos son fuentes de energía eléctrica. Los mismos se pueden llegar a utilizar como un suministro de emergencia o bien en forma permanente.

Se fabrican en un amplio rango de potencias, ya que su uso obedece a muy distintas necesidades tales como: esparcimientos (camping, casa de fin de semana, etc.), emergencias (equipos de rescates, sanatorios, comercios, etc.) o bien para producción (lugares alejados de líneas de distribución).

En consecuencia presentan diversas características constructivas, siendo necesario en cada caso un análisis de las necesidades para poder seleccionar el equipo mas adecuado. En la Figura N° 11.10 vemos un local para un grupo electrógeno.

Son equipos que van siendo cada vez más comunes en los grandes edificios destinados a viviendas u oficinas ya que se hace imprescindible mantener el servicio de los ascensores así como el suministro del agua potable que se realiza mediante el empleo de bombas, como ya hemos visto en capítulos anteriores.

Un sistema de alimentación de energía eléctrica de reserva, es aquel sistema destinado a mantener, por razones diferentes a las de seguridad, el suministro a una instalación eléctrica determinada o una parte predeterminada de la misma, mientras no pueda hacerse desde la fuente que normalmente utiliza.

El desarrollo del tema se hará siguiendo esta última premisa, es decir no se abordará el caso de los generadores trabajando en paralelo con la red pública, por considerar que se excede al alcance propuesto para este libro, tal disposición exige conocimientos, disposiciones de circuito y empleo de materiales que deberán ser hechos por especialistas.

Características constructivas

Básicamente están constituidos por un motor térmico o de combustión interna (con sus sistemas de: refrigeración, escape de los gases producidos por la combustión y de combustible), un generador eléctrico con su correspondiente tablero de comando y control.

Se los encuentra comercialmente en forma de bloque sobre una bancada común en la cual está el motor térmico, el generador eléctrico, el tablero de maniobra, todos los elementos auxiliares e inclusive el tanque de combustible en el caso de utilizarlo líquido, Figura N° 11.11.

Debiéndose señalar que los motores se fabrican para funcionar con combustible líquido (nafta o gas oil) o gaseoso (gas natural), aunque no indistintamente.

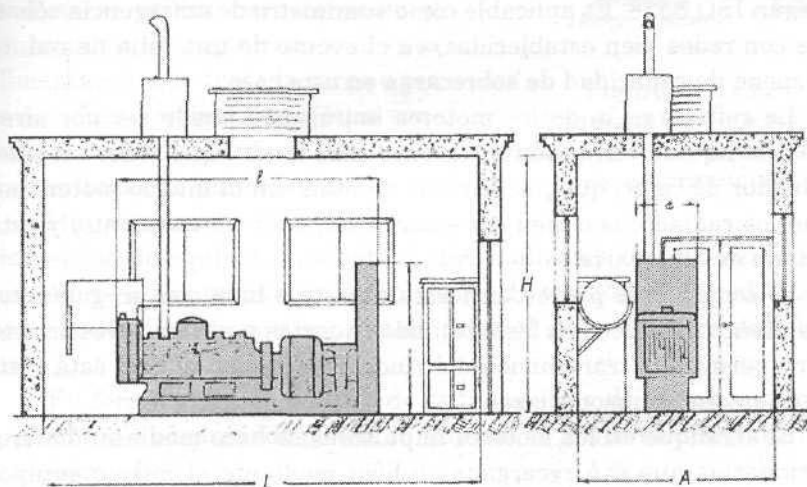


Figura N° 11.11.

Vista en corte de un recinto conteniendo un grupo electrógeno.

El generador puede monofásico (pequeñas potencias) o bien trifásico (para potencias mayores) y la tensión generada es 220 V o bien 380 V pudiendo ser en ambos casos a 50 o 60 Hz.

Las potencias van desde 1 kVA para los primeros y hasta los 1.000 kVA (en forma estándar) pudiendo ser mayores también.

Con respecto a la forma de expresar la potencia del equipo, comercialmente se lo hace en kVA. De acuerdo con las normas ISO, la misma se expresan como:

- Potencia "Prime". Corresponde al estándar de potencia ISO 8528 para operación continua. Es aplicable para el suministro de potencia eléctrica a una carga variable por tiempo ilimitado en reemplazo de la energía de red comercial. Se dispone de un 10% de sobrecarga en este caso.
- Potencia "Stand by Continua". Es aplicable según ISO 8528 para el suministro de energía en la eventualidad de una falla del suministro de energía de red, a una carga variable, por un número de horas ilimitado. Se dispone de un 10% de sobrecarga también en este caso.

Potencia "Stand by Máxima". Corresponde a la potencia bloqueada según ISO 8528. Es aplicable como suministro de emergencia sólo en áreas con redes bien establecidas, en el evento de una falla de red. No se dispone de capacidad de sobrecarga en este caso.

La refrigeración de los motores impulsores puede ser por aire o mediante líquido refrigerante, en cuyo caso tendrá que tener un intercambiador de calor, que puede estar montado en el mismo motor como lo son los radiadores o bien ser externo (torre de enfriamiento) y estar montada en otra parte.

El conjunto se provee en forma abierta o bien con un gabinete o cerramiento metálico con las adecuadas puertas y con un revestimiento que no permite la transmisión del ruido al medio en el cual está instalado o sea que es insonorizado.

El arranque en los motores impulsores se hace mediante baterías estacionarias que son recargadas o bien mediante el mismo equipo o bien mediante un cargador conectado a la red.

Los grandes moto-generadores pueden tener un sistema de arranque impulsado con aire comprimido.

En el caso de equipos de cierta potencia destinados a servicios de emergencia el motor cuenta con resistencias calefactoras conectadas a la red que mantienen la temperatura de funcionamiento del mismo.

Estas resistencias consumen una cierta potencia que deberá ser tenida en cuenta cuando se proyecta la instalación de los mismos.

En el primero de los caso se deberá montar o colocar en el interior de algún recinto, en el segundo caso es posible colocarlo a la intemperie.

El sistema de generación

En la Figura N° 11.12 mostramos esquemáticamente, la disposición eléctrica de un grupo electrógeno. El motor impulsa un alternador trifásico o monofásico. La salida del generador se conecta a un interruptor automático (I1) y la salida de este se puede conectar: la carga directamente o bien a un equipo o interruptor de transferencia (I2). Pudiendo ser en el primero de los casos automático o manual, para su vinculación con la carga.

El equipo automático de transferencia se utiliza para conectar el generador a la carga cuando falta la alimentación que tenía la carga o sea la red. Este equipo automático controla el conjunto, como se puede ver por las líneas de punto y trazo.

Hay varias soluciones para esta disposición de equipos automáticos que realizan todo esto sin la intervención de las personas por simple falta de tensión de la red, que inician el ciclo de automatismos hasta dejar el grupo en servicio sobre la carga.

En forma manual, en caso de faltar energía de la red pública, los operadores o encargados ponen en marcha el grupo electrógeno, abren I₁ y cierran I₂.

Una vez decidida la necesidad de contar con un moto-generador es necesario determinar la potencia del mismo, debiéndose tener presente en el caso de que las cargas sean motores eléctricos la corriente de

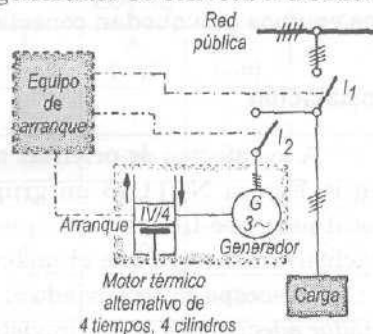


Figura N° 11.12
Esquema de conexión
de un grupo electrógeno
de emergencia

arranque ya que la misma oscila entre 5 y 8 veces la nominal, cuando se trata de arranques directos.

Otra carga que debe ser tenida en cuenta son los ascensores. Estas cuestiones son de muchísima importancia a la hora de determinar la potencia del equipo.

Otra cuestión de importancia es la forma de onda del generador, ya que tiene mucha influencia sobre los equipos electrónicos.

Dado que es una fuente de energía deberá tenerse en cuenta la potencia de cortocircuito que es capaz de suministrar.

Una vez que el equipo esta funcionando con su carga, lo hace manteniendo los valores de tensión y frecuencia mediante su propio regulador, cuando se quitan las cargas debe tenerse presente que se producirá una elevación de estos parámetros que podrían producir deterioros a los equipos que quedan conectados.

Instalación

A los efectos de orientar al lector en cuanto a dimensiones, vemos en la Figura N° 11.13 un grupo electrógeno instalado en un pequeño local para ese fin, es decir que el mismo esta construido para este uso exclusivamente ya que el mismo debe cumplir ciertos requisitos.

El escape se ha enviado al techo en donde se puede apreciar el silenciador adecuado, y se ha previsto de buena ventilación. La puerta hay que dimensionarla para que permita la entrada de la máquina con facilidad, y si se trata de un grupo grande, la altura de la sala debe permitir sacar hacia arriba los pistones con la biela. En la Tabla N° 11.02, se encuentran dimensiones indicativas de los grupos y locales necesarios.

Los niveles de ruido y vibraciones deberán estar de acuerdo a lo establecido en el Decreto reglamentario 351/79 de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo

Las dimensiones deberán ser tales que permitan un fácil acceso al tablero del generador, al equipo o interruptor de transferencia, al tanque de combustible, todo ello conducente a facilitar el montaje y posteriormente el mantenimiento del conjunto.

De la misma forma el recinto debe contar con iluminación cuyo nivel de iluminación sea de 200 lux de acuerdo a lo establecido en la ley antes mencionada así como también un sistema de iluminación de emergencia. Este último sistema deberá asegurar un nivel de iluminación de 30 lux a 80 cm del nivel del suelo.

Se exige para el recinto un circuito especial de tomacorrientes monofásicos con dos bocas que tengan tomacorrientes de $2 \times 10 \text{ A} + \text{T}$ y $2 \times 20 \text{ A} + \text{T}$.

A los efectos de dejar un lugar adecuado al almacenamiento de combustible, debe conocerse que un motor diesel tiene un consumo de 200 a 250 gramos por CV-hora, según sea la velocidad y la carga, y que un motor a carburador consume 220 a 400 gramos por CV-hora.

TABLA 11.02.
CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTO-GENERADORES

POTENCIA [CV]	DIMENSIONES						PESO [kg]
	MÁQUINA			LOCAL			
	l [cm]	A [cm]	h [cm]	L [cm]	A [cm]	H [cm]	
5	80	50	60	230	250	250	150
11	110	63	85	300	280	250	511
20	170	87	97	300	320	300	1110
40	190	140	130	400	370	300	1650
60	200	160	140	450	420	330	2110
110	220	175	150	490	500	360	2200
150	240	200	170	550	500	380	3800
250	330	270	200	630	600	400	5800

PUESTA EN MARCHA Y VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ÍNDICE

12.01. INTRODUCCIÓN
12.02. ENSAYOS PARA LA PUESTA EN MARCHA
12.03. INSTRUMENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS
12.04. VERIFICACIÓN DEL TRAZADO Y UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS
12.05. VERIFICACIÓN DE LOS MATERIALES
12.06. VERIFICACIONES DE LAS CONEXIONES
12.07. VERIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES ELÉCTRICAS
12.08. ENSAYO A PLENA CARGA
12.09. LOCALIZACIÓN DE FALLAS
12.10. NOTA DE LOS AUTORES

12.01. INTRODUCCIÓN

La ejecución de una instalación eléctrica es la concreción de un proyecto tecnológico en el cual se han tenido en cuenta muchos factores, como ser funcionalidad, gustos personales, reglamentaciones, normas, disponibilidad de materiales, economía, etc. En la obra en sí misma se conjugan muchos otros elementos materiales y otros que no lo son: mano de obra para ejecución, supervisión y distintos tipos materiales.

O sea, que para llegar a la concreción final de la obra fue necesario la intervención de numerosos actores y factores por lo cual se hace

necesario un resumen final a los fines de asegurar un funcionamiento seguro y eficiente de la instalación eléctrica y eso solo lo puede lograr haciendo ensayos y verificaciones de la misma.

A continuación se desarrollará la forma de realizar estos ensayos así como también la forma de localizar fallas. La RIEI, dedica un apartado a este tema.

12.02. ENSAYOS PARA LA PUESTA EN MARCHA

Algunos de estos son reglamentarios o devienen de cláusulas contractuales, pero al margen de lo que los compromisos que los imponen, el Instalador debe en muchos casos realizar pruebas de suficiencia de sus trabajos, a los efectos de asegurarse un funcionamiento seguro y eficiente, sirviéndole también para recoger experiencia valiosa para obras posteriores. El plan de ensayos que a continuación se indica es entonces deseable, pero no exigible en la mayor parte de los casos, sobre todo si se trata de instalaciones pequeñas. Pero repetimos que la realización de todas estas pruebas constituye un análisis a conciencia, que se traduce en la seguridad de entregar un trabajo bien efectuado. En la descripción no ahondaremos su técnica, ya que pertenece exclusivamente al dominio de las medidas eléctricas, pero sí dejaremos establecidas las condiciones requeridas.

12.03. INSTRUMENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS

La ejecución de estas pruebas o ensayos previos a la habilitación, o sea, a la finalización de la obra imponen la utilización de cierto instrumental el cual pasaremos a describir a continuación, en general se trata de elementos de bajo costo ya que emplean la técnica digital y electrónica.



Figura N° 12.01
Instrumento tipo pinza

Instrumentos tipo pinzas

Son instrumentos de mano, que tienen un amplio rango de alcances, los cuales se cambian mediante el empleo de un interruptor tipo conmu-

tador o bien mediante teclas. La indicación o resultado de la medición puede ser analógica o digital y permiten retener el valor máximo de la magnitud bajo medida. Son instrumentos robustos que se adaptan muy bien a las condiciones que impone el trabajo de obra o de las reparaciones.

Existen distintos tipos constructivos de acuerdo a las magnitudes a medir.

Pinza amperométrica

Es un instrumento de mano y como su nombre lo está indicando se utiliza para medir corrientes. La particularidad, es que puede hacer las mediciones de la corriente sin tener que cortar el cable, Figura N° 12.01.

Pinza amperovoltimétrica

Permite medir corriente al igual a la anterior pero también puede medir tensión mediante el empleo de dos cables que tienen en sus extremos: por un lado una espiga para conectarlo al instrumento en sí y las otras dos para hacer contacto con los puntos que se quieren verificar.

Otros tipos de instrumentos de pinza

Existen otros tipos constructivos de acuerdo a las otras magnitudes de los sistemas eléctricos, como ser: potencias, factor de potencia, etc.

Probador de tensión y continuidad

Se trata de un instrumento de mano que no tiene partes móviles. Cuenta con un cuerpo principal el cual tiene incorporado una de las puntas que sirve para hacer contacto con las partes de la instalación eléctrica o elementos a verificar. Desde el cuerpo propiamente dicho del instrumento sale un cable con la otra punta que se utiliza para hacer las verificaciones, Figura N° 12.02.

Mediante estas dos puntas se puede determinar niveles de tensión y continuidad de los circuitos.

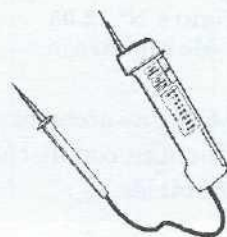


Figura N° 12.02
Probador

La primera de las funciones, la realiza encendiendo diminutas lámparas (diodos emisores de luz o led). A cada nivel de tensión se le asigna una de estas lámparas, que a su vez corresponde al nivel de tensión que se está probando y para lo cual hay una leyenda grabada en el cuerpo del instrumento.

Los niveles de tensión que puede detectar pueden variar, pero en general son: 12, 24, 48, 120, 220 y 400 V en corriente alterna o continua. La pruebas de continuidad se hacen utilizando las misma puntas de pruebas solo que la existencia de la misma la indica mediante un sonido. A esta función se accede mediante la utilización de un interruptor conmutador tipo tecla. Se trata de instrumentos muy robustos ya que no tiene partes móviles y sus indicaciones se hacen mediante una luz o un sonido.

Este dispositivo reemplaza a las clásicas "lámpara de pruebas", ya que es más seguro para el operador y tiene mejores prestaciones.

Multímetros

En el lenguaje corriente se lo conoce con el nombre de "tester", palabra del idioma inglés que significa *probador*. Es un instrumento



Figura N° 12.03
Multímetro

de medición que permite efectuar la medición de varios o múltiples parámetros de los circuitos eléctricos, como ser: resistencia, frecuencia, corriente (muy bajas, para una instalación eléctrica), tensión, etc. Algunos modelos permiten hacerlo con otros parámetros como capacidad, inductancia, etc. También pueden determinar la continuidad de un circuito empleando una señal acústica.

- Mediante accesorios también pueden llegar a medir temperatura.
- Cuentan con distintos rangos de utilización los cuales son conmutables.

La indicación es digital en los más modernos y analógica en los más antiguos. Son instrumentos muy robustos, los cuales apto para su utilización en las obras o talleres.

Cuando se llega al valor deseado se suelta el pulsador y como la resistencia de aislamiento queda en serie, la corriente disminuye. El aparato está contrastado directamente en **Mega-ohm**. Si se utilizan los bornes **E** y **N**, el instrumento se puede usar como voltímetro. Las resistencias que figuran intercaladas en las diversas ramas sirven para lograr los alcances deseados. Pero este aparato presenta una importante desventaja, y es que el operador debe mantener la velocidad de la manivela constante para poder efectuar las medidas a la tensión deseada, y solamente así resulta exacta.

Este inconveniente se subsana con los aparatos a bobinas cruzadas, cuyos valores son independientes de la tensión generada por el magneto (en la Figura N° 12.05 hemos reproducido el esquema de conexiones para explicar el principio de funcionamiento de los instrumentos "Meg" y "megger", de la casa Evershed & Vignoles Ltd.). El instrumento en si consiste en un imán permanente y dentro de su campo un juego de dos bobinas, una deflectora y otra de control, que están sujetas al mismo eje que lleva la aguja indicadora, siendo el sistema libre de moverse a pesar de las conexiones. Dentro de la misma caja está el magneto a manivela. El principio de funcionamiento es sencillo y su teoría puede verse en los libros de medidas eléctricas.

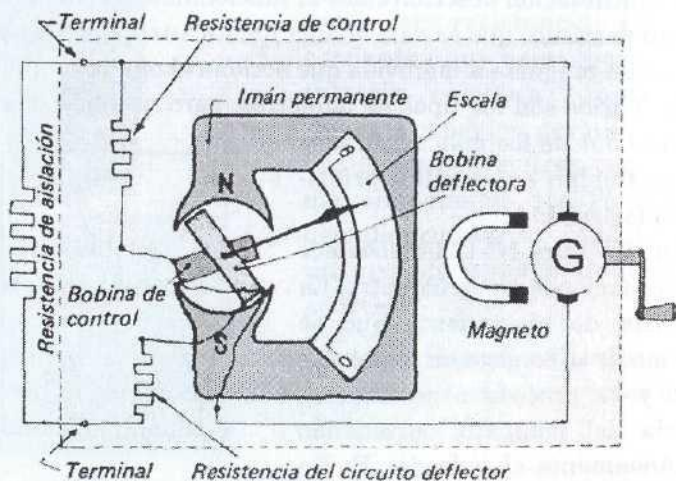


Figura N° 12.05
Forma de funcionamiento de un Megger

Dicho en pocas palabras; la bobina deflectora y la de control están en paralelo, ejerciendo acciones motoras en sentido contrario. La deflectora está en serie con la resistencia a medir y con otra adicional interna. La de control está en serie con una resistencia adicional también interior. Si la resistencia a medir es nula, la corriente en ese circuito es intensa, haciendo que la bobina de control ejerza su máxima acción y lleve la aguja hacia el cero. A medida que el aislamiento es más grande, la corriente en dicho circuito es menor, y prevalece la acción de la bobina de control que trata de llevar la aguja hacia la posición de infinito. El magneto genera diversas tensiones según los modelos, y hay aparatos de este sistema preparados para medir tensiones en diversos rangos.

También es posible encontrar estos instrumentos para la medición de grandes resistencias del tipo electrónico con indicación digital, teniendo la particularidad que pueden hacer las mediciones de resistencia a distintas tensiones, como ser a 1 000 ó 5 000 volt.

Veremos mas adelante su aplicación en la búsqueda de la falla debido a un deterioro del aislamiento en una instalación eléctrica.

12.04. VERIFICACIÓN DEL TRAZADO Y UBICACIÓN DE ELEMENTOS

La RIEI dicta normas sobre muchos detalles que deben respetarse como exigencias mínimas para un buen resultado. Pero a estos deben agregarse otras consideraciones que la experiencia aconseja. El análisis visual dice si todo ha sido hecho con ello, sobre todo si lo realiza una persona experimentada y conocedora del tema. Esta verificación puede comprender, por ejemplo si los tableros están en lugares adecuados, si las cañerías corren por lugares permitidos, si el tipo de cable empleado es el adecuado, si las instalaciones de baja tensión están debidamente separadas de las de alta, si los interruptores y tomas están en lugares adecuados a su forma constructiva, etcétera.

12.05. VERIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

Una primera verificación se debe hacer al recibirlos, comprobando medidas de caños, cables, etc. Otra parte está a cargo de las autoridades municipales durante la obra, y personas autorizadas efectúan las inspecciones reglamentarias. Antes de "hormigonar" se verifican caños

y cajas. A la colocación de cables se verifican estos. Posteriormente los tableros. Al margen de la inspección reglamentaria, si la obra es importante, conviene una revisión general de los pequeños detalles.

12.06. VERIFICACIÓN DE LAS CONEXIONES

Con ayuda de los planos generales se comprueba si todos los cables y demás elementos están debidamente conectados, y si su capacidad está de acuerdo con las corrientes consumidas y tensiones de la red.

12.07. VERIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES ELÉCTRICAS

Con estas pruebas, sabremos si todo ha sido ejecutado con los materiales adecuados, y si la mano de obra ha sido cuidadosa en la ejecución de la instalación eléctrica.

Estas verificaciones comprenden tres tipos de ensayos, a saber:

- Prueba de continuidad
- Prueba de aislamiento
- Prueba de caída de tensión

Prueba de continuidad

En general se hace, para averiguar si un cable que comienza en una caja y llega a otra, está íntegro o se ha cortado durante su colocación, o bien si dicho cable que sale de una caja, es efectivamente el que se supone aparece en otra. La Figura N° 12.06 nos indica un caso común.

En esta última figura se pueden apreciar dos cajas de una instalación eléctrica embutida que dejan ver cuatro extremos de los cables cada una, en donde es necesario identificar a los mismos. Se utiliza el probador conectando un cable cualquiera al de la izquierda, por ejemplo el A, mientras que con la punta de prueba P se tocan todos los de la derecha, y cuando se escuche la señal o se encienda alguna de las luces del probador indica que se ha cerrado el circuito y ha quedado identificado el otro extremo de A.

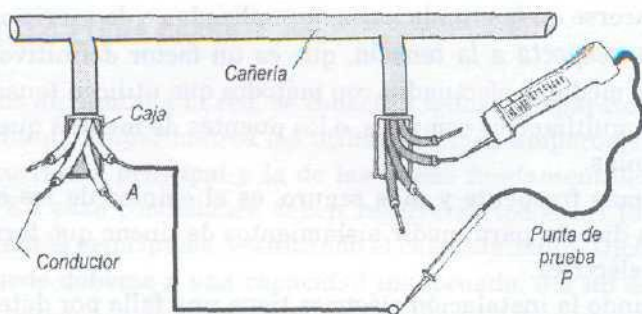


Figura N° 12.06

Comprobación de la continuidad del conductor de un cable

Si las distancias son grandes, pueden usarse la cañería en caso de que sea metálica como cable de unión o bien recurriendo a un tramo de cable. Los aparatos para probar aislamiento y los llamados "tester" que describiremos más adelante, también sirven para la identificación de cada uno de los cables. Descartamos la clásica "lámpara" por no ser segura para el operador, amén de que su manipuleo requiere de más cuidado a los fines de no romper a la misma.

Prueba de aislamiento

Es el ensayo más importante. Una red con mal aislamiento es peligrosa para las personas y los bienes, porque las corrientes de fuga pueden originar calentamientos que derivan en incendios. También lo es para la economía, porque los medidores registran esas pérdidas. Interesa saber con exactitud el valor de la resistencia de aislamiento, porque la RIEI señala que su valor mínimo debe ser de **1 000 ohm por volt de servicio**. Por ejemplo, una red de 220 V debe tener como mínimo 220 000 ohm de resistencia contra tierra. Este valor es el menor que indica la reglamentación anterior, pero de ningún modo debe aceptarse, ya que una instalación nueva y en perfecto estado debe tener valores muy superiores.

Las resistencias de aislamiento dependen de la humedad, el ambiente químico, la temperatura y la tensión. Por esta causa los ensayos

deben hacerse en las condiciones normalizadas o de servicio, sobre todo en lo que respecta a la tensión, que es un factor definitivo. No deben aceptarse medidas efectuadas con métodos que utilicen tensiones bajas, como ser multímetros comunes, o los puentes de medida que se alimentan con pilas.

Lo más frecuente y más seguro, es el empleo de los aparatos de medición directa para medir aislamientos de líneas que forman la instalación eléctrica.

Cuando la instalación eléctrica tiene una falla por deterioro de los aislamiento se debe proceder a determinar al menos el tramo de cable o el elemento que origina la misma.

Primero se debe dejar la instalación eléctrica sin tensión para lo cual se debe abrir el interruptor principal, luego se deben quitar todos los consumos, luego se cierran toda los interruptores o llaves. Desde el tablero general se procede a verificar el estado del aislamiento de los cables, primero con respecto a tierra como lo muestra la Figura N° 12.12 y luego entre los cables como indica la Figura N° 12.13.

Si la instalación eléctrica que se está verificando este proceso se deberá realizar en cada una de las líneas que parten del tablero principal.

De esta manera se localizará el tramo de cable fallado o en que tramo hay algún elemento fallado.

Determinación de la caída de tensión

Para llevar a cabo esta determinación es necesario contar con un voltímetro, el cual puede ser el que tienen los tester.

Si no se dispone un instrumento del tipo voltímetro. El Probador solo nos indica la presencia de tensión y de que nivel.

Comenzamos midiendo la tensión en los bornes de entrada del interruptor general y luego, con todas las cargas conectadas y funcionando, se mide la tensión en el punto mas alejado del tablero en donde se encuentra el interruptor general.

La diferencia entre ambos valores es la caída de tensión, y la caída porcentual se obtiene refiriendo este valor al nominal final.

En las instalaciones eléctricas se admite para los circuitos de iluminación el 3 % y el 10 % para los circuitos de fuerza motriz como máximo.

12.08 ENSAYO A PLENA CARGA

Una vez alimentada la red, se conectan todos los aparatos de consumo y mediante amperímetros (se utiliza la pinza amperométrica) se verifica la corriente principal y la de las líneas fundamentales de alimentación. En esas condiciones deben recorrerse todos los tableros y demás elementos principales, verificando el calentamiento. Dicho calentamiento puede deberse a una capacidad inadecuada, o a un falso contacto. Una persona experta toca los elementos básicos y los cables, determinando si la temperatura adquirida es admisible. Se considera que si la mano puede tolerarla, el cable está en condiciones satisfactorias de funcionamiento. Existen otros medios que seguramente escapan a un Instalador común.

Cualquier parpadeo en las luces, generalmente motivado por un contacto defectuoso, debe investigarse para evitar graves daños. Los falsos contactos son fáciles de solucionar mediante la desconexión y revisión de los empalmes, pero la falta de capacidad de un cable, llave o toma, es un problema que sólo puede repararse cambiándolo por otro adecuado.

12.09. LOCALIZACIÓN DE FALLAS

La localización de las fallas más elementales es relativamente simple, y se emplea el denominado “probador” que se describió en el párrafo destinado a instrumentos. En la Figura N° 12.02 vemos esa herramienta de trabajo del electricista Instalador y reparador.

Las fallas más comunes son:

- **corte del circuito**, que es la interrupción de la continuidad en algún punto, sea cable, o artefacto de cualquier tipo. A este tipo pertenecen también los llamados “falsos contactos”, que son cortes de circuitos intermitentes
- **cortocircuito**, que es la unión directa de dos puntos que normalmente deben estar aislados.
- **puesta a tierra**, que es la falla parcial o total del aislamiento de un cable, respecto de tierra. Puede involucrarse en este caso también, la falla de aislamiento entre cables.

- **mezcla de circuitos**, que son confusiones del Instalador al ejecutar la instalación, ocasionando accionamientos equivocados, como encender dos luces desde un interruptor cuando eso no está previsto, y otros semejantes.

Corte de un circuito o falta de tensión

La búsqueda de un corte en los cables o la falta de tensión en una instalación eléctrica debe comenzarse desde el tablero principal, para ello se utiliza fundamentalmente el Probador, aunque en algunos casos se puede recurrir al tester.

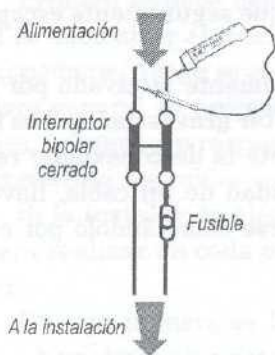


Figura N° 12.07
Verificación de la tensión de entrada



Figura N° 12.08
Verificación del interruptor

Comenzaremos verificando si llega la tensión al tablero principal desde la red de la empresa distribuidora de la energía eléctrica, para ello colocamos el Probador como lo muestra la Figura N° 12.07 con el interruptor bipolar cerrado o abierto, que existe tensión a la llegada. De no ser así, la falla es una falta de tensión desde la empresa proveedora de energía eléctrica.

Si se comprueba que hay tensión en los bornes superiores del interruptor o sea que llega tensión verificaremos el interruptor, para ello colocaremos el probador en los bornes de salida del mismo como lo muestra la Figura N° 12.08.

La presencia de tensión, nos indica que hay que descartar al interruptor como elemento fallado y continuar la búsqueda.

La misma continúa con el siguiente elemento que es el fusible, para ello colocamos el Probador en los bornes de salida de este como muestra la Figura N° 12.09, de veri-

ficarse la presencia de tensión es que no hay problemas con este.

Si en lugar del interruptor y fusible se tienen interruptores termomagnéticos se procede de igual forma, o sea se verifica tensión en los bornes de salida del mismo, omitiendo el paso anterior.

Si estas verificaciones no indican que esos elementos estén fallados, se avanza hacia los circuitos y cada uno de los circuitos o ramales, por ejemplo, se vuelve a hacer la verificación de la Figura N° 12.09. Si el Probador indica que no hay tensión, significa que alguno de los dos cables está cortado, y es necesario averiguar cual de ellos está cortado. Para eso se procede como en el caso del fusible, y la Figura N° 12.10 es suficientemente indicativa, procediéndose en forma cruzada a tocar dos partes de polaridad opuesta. En caso de encontrar el cable cortado, lo único que se puede averiguar es cual es el tramo cortado, pero no el lugar del corte, salvo que se recurra a otros métodos más precisos, que no se estiman necesarios en este tipo de instalación eléctrica.

La localización de cables cortados es un trabajo de paciencia, porque es necesario hacer desconexiones y proceder por eliminación, lo que en una instalación grande puede demandar tiempo.



Figura N° 12.09
Verificación de los fusibles

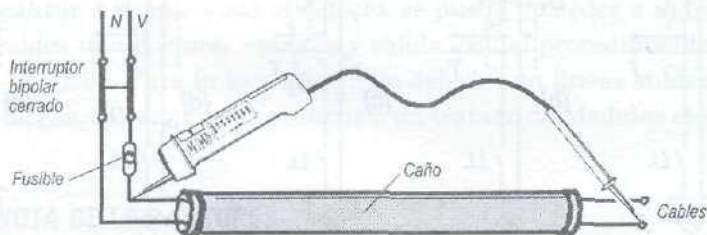


Figura N° 12.10
Verificación de la continuidad de un cable

Corto circuito

La localización de un cortocircuito entre cables, se puede hacer siguiendo la idea bosquejada en la Figura N° 12.11. Se abre el circuito a la salida del interruptor, y en su lugar se coloca el probador como indica la parte (a) de la figura citada. Si el probador indica la presencia de tensión estando todos los consumos desconectados, es señal que el cortocircuito existe, porque hay retorno de corriente pese a estar todo abierto.

A continuación se procede a revisar ramales y para ello se comienza por desconectar la línea hasta la primera caja **C** en nuestro ejemplo, como muestra la parte (b) de la figura. Si el probador indica la presencia de tensión, el defecto está en **D1**, y habrá que cambiar los cables que van desde el fusible hasta la primera caja. De no ser así, porque el Probador no indica la presencia de tensión, seguimos con la búsqueda como se indica en (c) y desconectamos el ramal que va a la luz **L** con llave **LL**. Si el probador indica que hay tensión, el defecto está en el punto **D2** del ramal que va desde la caja **C** hasta el tomacorriente **T**. De no ser así, se aísla el ramal del tomacorriente con el interruptor **LL** abierto, se verifica. Si la el Probador indica la presencia de tensión, el defecto está en **D3**. De no ser así, se cierra el interruptor **LL** y se vuelve a verificar. En caso de que el Probador indique la presencia de tensión, el defecto está en **D4** como se indica en la figura e. Se observa que el procedimiento consiste en una ver-

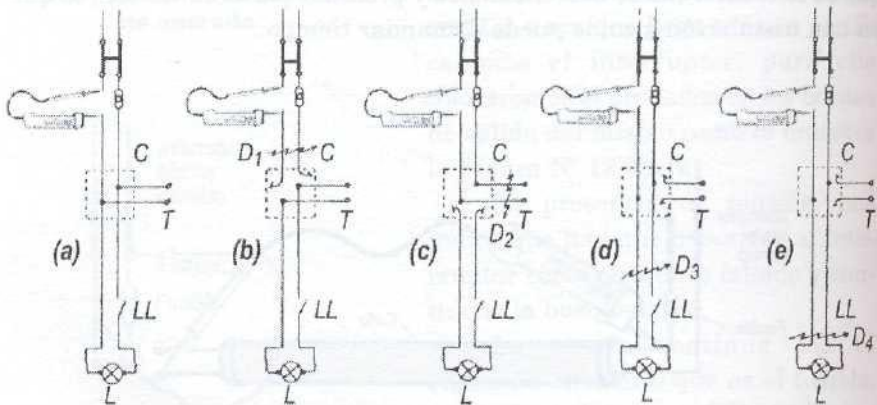


Figura N° 12.11
Búsqueda de un corto circuito

dadera investigación, procediendo por eliminación.

Puesta a tierra

Si descartamos las fallas que puedan tener alguna de las cargas conectadas (lámparas, electrodomésticos, etc.) a la instalación eléctrica, la puesta a tierra de un circuito de esta, se debe a una falla en el aislamiento de los cables.

La manifestación de una puesta a tierra es la actuación de las protecciones, sobre todo la del disyuntor diferencial.

En consecuencia deberemos proceder como se explicó anteriormente a la verificación del aislamiento de los cables con respecto a tierra (Figura N° 12.12).

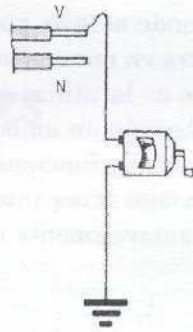


Figura N° 12.12
Verificación del aislamiento
de un cable con respecto
a tierra

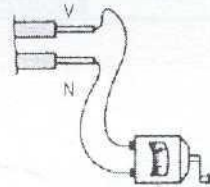


Figura N° 12.13
Comprobación
del aislamiento entre
dos cables

Mezcla de circuitos

Para el caso de una mezcla de circuitos, o una equivocación en las conexiones, es preferible recorrer visualmente primero la instalación, y de no localizar a simple vista el defecto, se puede proceder a individualizar los cables uno por uno, entrada y salida, con el procedimiento de las Figuras N° 12.08. Para la localización de defectos en líneas subterráneas o líneas largas, se recomienda recurrir a un tratado de Medidas eléctricas.

12.10. NOTA DE LOS AUTORES

A lo largo del capítulo se han mostrado figuras en donde aparece un interruptor bipolar y un solo fusible intercalado en el cable que

corresponde al vivo, por considerar que este tipo de disposición es la se encuentra en numerosas instalaciones eléctricas pero opinan que lo más acertado es la utilización de interruptores termo magnéticos bipolares con protección en ambos elementos, por considerarlos mas seguro para las personas y funcionalmente mejor.

En caso tener interruptores termo magnéticos las operatorias descriptas anteriormente mantienen su vigencia.

ASPECTOS LEGALES

ÍNDICE

13.01.	INTRODUCCIÓN
13.02.	LEYES
13.03.	NORMAS
13.04.	ORDENANZAS MUNICIPALES
13.05.	REGLAMENTOS
13.06.	RESOLUCIONES
13.07.	LAS TARIFAS DE LOS SERVICIOS ELECTRICOS

13.01. INTRODUCCIÓN

Para poder llegar a utilizar las instalaciones eléctricas se requiere de una serie ordenada y programada de acciones, en las cuales deben participar hombres y elementos, lo cual define una serie de acciones y componentes que van desde el proyecto, los materiales, la contratación, la ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina.

Toda esta actividad, al igual que las demás que realiza el hombre está regida por leyes, decretos, reglamentaciones, ordenanzas y normas, las cuales tienen diversos ámbitos de aplicaciones.

Es necesario que quién vaya a estar relacionado con alguna de las actividades que hacen a la ejecución de una instalación eléctrica, de cualquier naturaleza conozca de la existencia de la legislación vigente, *entendiendo como tal a leyes, decretos, reglamentaciones, ordenanzas y normas.*

Dado que el presente libro trata de las instalaciones eléctricas, no pretende incursionar en el campo de otras profesiones o de las autori-

dades competentes, así como tampoco, dilucidar problemas jurisdiccionales derivadas de la aplicación de las legislaciones, por lo cual, el cabal conocimiento se obtendrá mediante la respectiva consulta a las autoridades de aplicación en cada caso, o al texto completo del documento que se trate.

13.02. LEYES

Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587 aprobada por Decreto 351/79, está dirigida a fijar las condiciones de los establecimientos en donde se efectúen trabajos y está destinada a *"prevenir todo daño que pudiera causarse a la vida y a la salud de los trabajadores"*, por lo cual a través de sus artículos se tratan aspectos de muchas disciplinas y especialidades, entre ellas la electricidad y la luminotecnia. Para ello destina su capítulo 14 con sus artículos 95 a 102 y el anexo VI a las Instalaciones Eléctricas. Mientras que en el capítulo 12 se establece lo relativo a la Iluminación y Color.

Esta ley establece como obligatoriedad la aplicación de las normas IRAM, que correspondiese según el caso y la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles.

Como actualización de la Ley antes mencionada se emitió el Decreto 911/96 el cual está destinado exclusivamente a la Industria de la Construcción.

Debe señalarse que para las cuestiones de incumplimientos, daños, responsabilidades y otras cuestiones relacionados con nuestro tema tiene aplicación plena el Código Civil de la Nación.

13.03. NORMAS

Todos los trabajos de tecnología moderna deben ajustarse a las Normas respectivas. Si bien se pueden obtener impresas o por otros medios, su seguimiento no ofrece dificultades, de todas maneras consideramos propicio hacer algunos breves comentarios.

Las Normas son un cuerpo de especificaciones muy estudiadas, producto de la experiencia y el análisis, constituyendo una disciplina que facilita la producción y la distribución de productos. Las Normas no

limitan la creatividad, como podría pensarse a primera vista, sino que crean un vínculo entre la producción, la financiación, la comercialización y el consumo. Se puede hacer una lista de ventajas en la siguiente forma:

- Facilitan las tareas de supervisión.
- Orientan la producción.
- Reducen los costos unitarios.
- Mejoran la comercialización.
- Aseguran garantía técnica.
- Simplifican el intercambio de productos.

En nuestro país, el Instituto Argentino de Normalizaciones, conocido con la sigla "IRAM", con sede en la calle Perú 556 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y filiales en el interior del país, es el ente encargado de redactar las normas argentinas. Las Normas uniforman las características de los componentes el, ajustándose a las medidas más frecuentes, y también determinan las calidades mínimas. Las Normas son redactadas por Comités de personas que representan a diversos intereses y actividades, y periódicamente se revisan y se modifican conforme la técnica va progresando.

Las Normas indican condiciones que pueden ser verificadas por medio de ensayos. Estas pruebas han sido tenidas en cuenta al redactar la norma, para que sean factibles con los elementos corrientes de los laboratorios a los cuales se puede recurrir. Por lo general, las grandes reparticiones públicas, y las grandes empresas, tienen sus laboratorios en los cuales se pueden repetir pruebas normalizadas. Las mismas Normas indican la forma de llevar a la práctica esos ensayos.

En el caso que las normas argentinas no alcancen a cubrir los materiales, equipos o aparatos que se deben usar, es posible utilizar otras normas, algunas de las cuales son más completas por provenir de países con una tecnología algo mas avanzada, pero debe cuidarse bien al emplearse normas extranjeras, que ellas han sido concebidas para usos y costumbres que pueden ser diferentes a las nuestras, y para aprovechar materiales que para ellos pueden ser abundantes y para otro país no. Por ello, si bien no son descartables las normas de otros países, ellas deben utilizarse con precaución. Por ejemplo, de Alemania tenemos la Deutscher Normenausschuss (DIN); de Estados Unidos de

Norteamérica tenemos la American Society for testing Material (ASTM); de Gran Bretaña la Britihs Standars Institution (BSI); o de Francia tenemos la Association Francaise de Normalisation (AFNOR), para citar sólo algunas. No dejemos de señalar que la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) procura una unificación en todos aquellos aspectos en que ello es posible, y que en Argentina funciona el Comité Electrotécnico Argentino con sede en la calle Posadas 1659 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, como miembro oficial del Comité Electrotécnico Internacional. El mismo cuenta con la aprobación del Poder Ejecutivo de la Nación, y tiene la sede y base en la Asociación Electrotécnica Argentina.

Para un mejor conocimiento y difusión, indicamos en la Tabla N° 3.01, las principales normas IRAM que se relacionan con los elementos de las instalaciones y que pueden obtenerse en el citado organismo.

13.04. LAS ORDENANZAS MUNICIPALES

Los municipios de las distintas ciudades emiten, a través de sus organismos, ordenanzas que contemplan el tema de la ejecución de las instalaciones eléctricas. Habitualmente, este tema está incorporado al Reglamento de Edificación y adoptan con variaciones o no la RIEI.

En el caso de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la misma cuenta con una reglamentación propia que también esta incorporada al Código de Edificación, así como también de una Ordenanza (N° 49.308) que esta relacionada con la anterior y que contempla el caso de los ascensores, montacargas, escaleras mecánicas, guarda mecánica de vehículos y rampas móviles.

13.05. LOS REGLAMENTOS

Un reglamento, por definición es una: "colección ordenada de reglas o preceptos, que, por la autoridad competente se da para la ejecución de una ley o para el régimen de una corporación, una dependencia o un servicio."

La reglamentación es la "acción y efecto de reglamentar. Conjunto de reglas"

Tabla N° 13.01.
**LAS PRINCIPALES NORMAS IRAM QUE SE RELACIONAN
 CON LOS ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES Y QUE PUEDEN
 CONSULTARSE Y OBTENERSE EN EL CITADO ORGANISMO**

N°	TÍTULO
4029	Aparatos electrónicos para uso doméstico y similares. Condiciones generales de seguridad.
2371	Efectos del paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano. Aspectos generales.
2122	Interruptores en aire de baja tensión, seccionadores en aire, seccionadores bajo carga en aire y combinados con fusibles.
2006	Tomacorrientes, fichas y enchufes. Exigencias generales.
2065	Enchufes para aparatos eléctricos de calefacción. Bipolares, con toma de tierra y tensión nominal de 220 V eficaces.
2063	Fichas eléctricas bipolares sin toma de tierra, de 10 A, 250 V de corriente alterna, para usos domiciliarios y similares.
2086	Enchufes de acoplamiento con toma a tierra. Bipolares, para instalaciones eléctricas domiciliarias y tensión nominal de 220 V eficaces. (actualmente en revisión).
2087	Enchufes de acoplamiento. Simples, bipolares, para instalaciones eléctricas industriales.
2071	Tomacorrientes bipolares con toma de tierra para uso en instalaciones fijas domiciliarias. De 10 A y 20 A, 250 V de corriente alterna.
2073	Fichas bipolares con toma de tierra para uso domiciliario. De 10 A y 20 A, 250 V de corriente alterna. (actualmente en revisión).
2074	Fichas bipolares con toma de tierra para uso domiciliario. De 10 A y 20 A, 250 V de corriente alterna. (en revisión).
2147	Fichas eléctricas con toma de tierra 3 x 380 + T. Tripolares, para instalaciones industriales fijas y tensión nominal de 380 V entre fases.
2053	Conductores eléctricos. Aislados y desnudos. Identificación por colores o números.
2164	Cables preensamblados con conductores de cobre aislados con polietileno reticulado para acometidas, desde líneas aéreas de hasta 1,1 kV.
2263	Cables preensamblados con conductores de aluminio aislados con polietileno reticulado para líneas aéreas de hasta 1,1 kV.
2268	Cables con conductores de cobre aislados con material termoplástico a base de poli (cloruro de vinilo) (PVC). Para control, señalización, medición, protección y comandos eléctricos a distancia con tensiones nominales de hasta 1,1 kV inclusive, protegidos.
2039	Cables flexibles de cobre, con cubierta textil, para aparatos electrodomésticos de calefacción.

Tabla 13.01. (Continuación)

N°	TÍTULO
2188	Cables flexibles de cobre con aislamiento y envoltura de caucho.
2301	Interruptores automáticos de corriente diferencial de fuga para usos domésticos y análogos.
2040	Casquillos, portalámparas y calibradores para casquillos y portalámparas a rosca Edison. Medidas
2169	Interruptores automáticos de sobre-intensidad para usos domésticos y aplicaciones similares
2007	Interruptores eléctricos manuales para instalaciones domiciliarias y similares.
2005	Caños de acero, roscados y sus accesorios para instalaciones eléctricas. Tipo semipesado.
2100	Tubos de acero cincado para instalaciones eléctricas. Tipo pesado.
2205	Caños de acero lisos y sus accesorios para instalaciones eléctricas. Tipo liviano.
2206	Caños de poli cloruro de vinilo (PVC) rígido para instalaciones eléctricas
2181	Conjuntos de equipos de maniobra y comando de baja tensión. Tableros. De serie y derivados de serie. Requisitos.
2309	Materiales para puesta a tierra. Jabalina cilíndrica de acero-cobre y sus accesorios.
2310	Materiales para puesta a tierra. Jabalina cilíndrica de acero cincado y sus accesorios.
2315	Materiales para puesta a tierra. Soldadura cuproaluminotérmica.
2316	Materiales para puesta a tierra. Jabalina perfil L de acero cincado y sus accesorios.
2317	Materiales para puesta a tierra. Jabalina perfil cruz de acero cincado y sus accesorios
2281	Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Consideraciones generales. Código de práctica.
2182	Grupos generadores diesel eléctricos. Requisitos fundamentales.
AADL J 2024	Interrup. fotoeléctricos para iluminación exterior. Definiciones, condiciones generales y requisitos.
AADL J 2025	Interruptores fotoeléctricos para iluminación exterior. Métodos de ensayo.
AADL J 2027	Alumbrado de emergencia en interiores de establecimientos
AADL J 2006	Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Niveles de iluminación.

En el ámbito de las instalaciones eléctricas, nuestro país cuenta con la **Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles** que emitió la **Asociación Electrotécnica Argentina (RIEI)**.

La importancia de la misma es que la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587 y su decreto reglamentario, el N° 351/79 establecen que la citada Reglamentación es parte de esa ley.

Eso hace que la misma haya sido adoptada, como decíamos más arriba, por los municipios al incorporarlos a sus ordenanzas y códigos de edificación.

El Código Civil de la Nación tendrá aplicación en estos casos, cuando se trate de incumplimientos y otras contravenciones, quedando perfectamente delimitadas las responsabilidades del ejecutante de la obra.

De la misma manera el ENRE, en una resolución adopta también la RIEI para la ejecución de las instalaciones eléctricas en el ámbito que cubren las empresas EDELAP, EDENOR Y EDESUR, para la verificación del cumplimiento se crea el Instituto de Habilitación y Acreditación (IHA).

13.06. RESOLUCIONES

Son las emitidas por órganos de gobierno competentes en su materia. Al respecto podemos señalar dos que tienen una importancia fundamental en la actividad.

Resolución N° 92/98

Esta resolución fue emitida por el Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de la Nación a través de la Secretaria de Industria, Comercio y Minería.

La misma establece que: "Solo se podrá comercializar en el país el equipamiento eléctrico de baja tensión (hasta 1000 volt) que cumpla con los requisitos esenciales de seguridad que se detallan en el Anexo I....."

El citado anexo establece las pautas que deberán cumplir los productos nacionales e importados así como también un cronograma de cumplimientos de las distintas etapas para el cumplimiento total de las condiciones exigidas.

En el anexo tercero de la misma, se listan las Resoluciones derogadas y las vigentes.

Luego de esta Resolución se emitieron otras ligadas a esta y que están relacionadas con el cronograma de cumplimiento y aplicación.

Resolución ENRE N° 207/95

Esta resolución fue emitida por el **Ente Nacional Regulador de la Electricidad** y la hemos citado varias veces a lo largo del texto, ya que las empresas distribuidoras de energía eléctrica del ámbito antes mencionados, no proceden al suministro, si no se cumple con la RIEL, y las instalaciones eléctricas no se encuentran avalados por personal matriculado de acuerdo a la clasificación de las instalaciones en las siguientes categorías:

- **A – Gran demanda** más de 50 kW
- **B – Media demanda** más de 10 kW hasta 50 kW
- **C – Pequeña demanda** hasta 10 kW

Los Profesionales electricistas, a su vez se clasifican en tres niveles que se corresponden con las categorías de las instalaciones que se encuentran habilitados a ejecutar de acuerdo a:

- **Nivel 1: Profesionales** universitarios, matriculados, con incumbencia en instalaciones eléctricas. Estarán habilitados para ejecutar instalaciones categorías A, B y C.
- **Nivel 2: Técnicos**, con incumbencia en instalaciones eléctricas. Estarán habilitados para ejecutar instalaciones categorías B y C.
- **Nivel 3: Electricistas**. Estarán habilitados para ejecutar instalaciones categoría C.

Esta resolución fue modificada por las que llevan los números 579 y 848 en el año 1996

13.07. TARIFAS DE LOS SERVICIOS ELÉCTRICOS

Introducción

Las tarifas eléctricas, para aquellas empresas que fueron privatizadas en la provincia de Buenos Aires y en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires están reguladas por el ENRE.

En otras provincias o zonas del país las tarifas son fijadas por las respectivas Empresas Provinciales o Cooperativas según sean el carácter de quien suministran la energía eléctrica.

A continuación se darán algunas pautas básicas sobre el pago del suministro de la energía eléctrica, excluyéndose el tema de impuestos municipales o nacionales con que se grava el consumo, por considerar que excede el tratamiento del tema para una obra como la presente.

Unidades

La energía eléctrica se factura en base a su unidad práctica, el *kilo-Watt-hora* [kW-h], que el usuario consume.

La unidad normalizada de energía es el joule [J], pero no resulta cómoda para los usos comunes, razón por la cual, se emplea el kW-h, cuyo valor tiene las siguientes relaciones:

$$1 \text{ joule} = 1 \text{ watt} \times 1 \text{ segundo} \quad (13.1)$$

$$1 \text{ kilo-watt} = 1.000 \text{ watt} \quad (13.2)$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ kilo-watt-hora} &= 1 \text{ kW-h} = 1\,000 \text{ watt} \times 1 \text{ hora} = \\ &= 1\,000 \text{ watt} \times 3\,600 \text{ segundo} \end{aligned} \quad (13.3)$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ kilo-watt-hora} &= 1 \text{ kW-h} = \\ &= 3\,600\,000 \text{ watt-segundo} = 3,6 \times 10^6 \text{ watt-segundo} \end{aligned} \quad (13.4)$$

La medición de la energía eléctrica se hace mediante el empleo de los denominados "**medidores de energía**" (activa o reactiva) o "**contadores**". Los cuales son de distintos tipos de acuerdo a las tarifas, ya que las mismas como veremos luego, son función de otros parámetros que deben ser registrados por estos aparatos.

Estos instrumentos se instalan luego de los fusibles ubicados en la "**caja de toma**" como hemos mostrado en el capítulo 1.

Definiciones

Tarifa

Es el precio que la empresa prestataria del servicio eléctrico le cobra al usuario por cada kWh suministrado. Por ello, es, corriente

escuchar que el precio de la energía eléctrica se mide en *pesos por kilo-Watt-hora* (\$/kWh).

Las tarifas que se aplican a los usuarios no deben confundirse con el costo de la energía eléctrica. Muy diversos criterios vinculan ambos valores, no siendo fácil la determinación exacta de los mismos.

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, las empresas prestatarias (Edenor SA y Edesur SA), tienen en uso las siguientes cuadros tarifarios.

Demanda

Es la potencia que el usuario absorbe de la red de distribución de la energía eléctrica.

Demanda máxima

Es el mayor valor de la demanda absorbida en un promedio de 15 minutos seguidos.

Horarios

Las 24 horas del día han sido divididas en los siguientes tramos horarios.

- horas de punta: 18:00 a 23:00 horas
- horas nocturnas: 23:00 a 6:00 horas
- horas de resto: 6:00 a 18:00 horas

Estos horarios suelen variar y en general los cuadros tarifarios son variables de acuerdo a la época del año, por lo que se recomienda consultar los mismos en las empresas prestatarias del servicio de distribución de la energía eléctrica, ya que en función del consumo, potencia instalada, modalidad de su uso, se deberá hacer un análisis exhaustivo en cada situación para solicitar el suministro y hacer un contrato que sea más conveniente.

Clasificación de los usuarios

De acuerdo a la demanda de los usuarios se definen a los mismos de la siguiente manera:

- Usuarios de pequeñas demandas. Tarifa N° 1
- Usuarios de medianas demandas. Tarifa N° 2
- Usuarios de grandes demandas. Tarifa N° 3

Cargo fijo

Son aquellos que se paga haya o no consumo

Cargo variable

Son los que se paga en función de la energía consumida.

Tarifas

Tarifa 1 – Pequeñas demandas

La demandas de potencia menor a los 10 Kw.

- **T.1 – R. Uso residencial**
 - T.1-R1: Consumo bimestral inferior o igual a 300 kWh.
 - T.1-R2: Consumo bimestral mayor a 300 kWh.
- **T.1 – G. Uso general**
 - T.1-G1: Consumo bimestral inferior o igual a 1600 kWh.
 - T.1-G2: Consumo bimestral superior a 1600 kWh o igual a 4000 kWh.
 - T.1-G3: Consumo bimestral mayor a 4000 kWh.
- **T.1-AP. Alumbrado público**

Para todas estas tarifas hay:

 - un cargo fijo (\$/bimestre),
 - un cargo variable por consumo de energía (\$/kWh).

Por factor de potencia ($\cos \phi$) menor de 0,85 y hasta 0,75 hay recargo del 10 %.

Tarifa 2 – Medianas demandas

Son aquellas cuya demanda de potencia es superior a los 10 kW y menor a los 50 kW.

En este caso se define la capacidad de suministro que es la potencia que la empresa distribuidora de energía pone a disposición del consumidor. Este valor se establece por períodos de 12 meses.

En esta tarifa el consumidor abona:

- un cargo fijo por la capacidad de suministro de potencia convenida haya o no consumo de energía eléctrica,
- un cargo variable por la energía consumida en cualquier horario.

Ambos cargos corresponden a un tramo horario único.

También rigen las siguientes consideraciones respecto del factor de potencia:

- $\cos \phi$ menor de 0,85 y hasta 0,75 recargo del 10 %,
- $\cos \phi$ es menor a 0,75 el recargo pasa a ser del 20%.

Tarifa 3 – Grandes demandas

Corresponde a aquellos consumidores cuya demanda máxima es de 50 kW o más. Suministros en baja, media y alta tensión.

En esta tarifa se define la "capacidad de suministro" que depende de los horarios antes descriptos.

En este caso, el consumidor debe definir la "capacidad de suministro" en el "horario de punta" y en el "horario fuera de punta" este último comprende horas nocturnas y de resto.

Esta definición forma parte del contrato y deberá ser mantenida durante los 12 meses de vigencia del mismo.

El consumidor abona:

- un cargo fijo por cada kW de "capacidad convenida" haya consumido o no energía eléctrica, en el "horario de punta",
- un cargo fijo por cada kW de "capacidad convenida" haya consumido o no energía eléctrica, en las "horas fuera de punta",
- un cargo variable, por la energía consumida, según que el consumo se haya hecho en cada uno de los horarios,
- el cargo variable por el consumo de energía eléctrica es a condición que la tangente de ϕ sea menor de 0,62,
- el valor del coseno de ϕ , determina también un régimen de recargo y bonificaciones.

Las empresas que prestan el suministro de energía eléctrica establecen verdaderos reglamentos tanto sea para habilitar el suministro como para facturarlos y por lo tanto se deberá recurrir a ellos a los fines conocerlos y lograr hacer un contrato que sea lo más conveniente quien lo va a utilizar.

También existe otras modalidades de compra de energía eléctrica para quienes lo hacen en media y alta tensión que está dadas por el Mercado Eléctrico Mayorista, conocido por sus siglas MEN, la extensión del tema debido a las variables hace que se hayan formado verdadero especialistas en el tema, a los cuales se deberá recurrir ya que la complejidad del mismo excede la pretensión de este libro.

LAS EMPRESAS QUE EJECUTAN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ÍNDICE

14.01.	INTRODUCCIÓN
14.02.	PREPARACIÓN DE OFERTAS
14.03.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
14.04.	ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LOS TABLEROS
14.05.	RAMALES
14.06.	CIRCUITOS
14.07.	INSTALACIÓN TELEFÓNICA
14.08.	SEÑALIZACIÓN DE RAMPA PARA AUTOMOTORES CON SEMÁFOROS
14.09.	TELÉFONOS INTERNOS Y PORTERO ELÉCTRICO
14.10.	PLANOS
14.11.	PRECIO Y CONDICIONES DE PLAZO
14.12.	PLAZO DE ENTREGA Y PENALIDADES
14.13.	ADICIONALES

14.01. INTRODUCCIÓN

Si bien la organización de una empresa, en general, escapa al tema central de esta obra, también es cierto que esta íntimamente relacionado y es por ello, que nos pareció prudente agregar algunas ideas que consideramos fundamentales, sobre todo para los estudiantes y los instaladores que se piensan iniciar en la actividad empresaria.

En primer lugar, es menester dejar establecido cuales son las tres cualidades que debe tener una persona o grupo de personas que se dediquen a la ejecución de instalaciones eléctricas por cuenta propia.

Ellas son:

- La mejor aptitud y preparación técnica, incluyendo en este aspecto, no solo las calidades de idoneidad profesional y preparación teórica y práctica, sino también las herramientas y los medios que son necesarios para llevar a cabo los trabajos.
- La mejor cualidad de administrador, para poder ejecutar trámites en oficinas públicas, avenirse a las condiciones de estos trámites, disponer de elementos de escritorio e informáticos como para llevar ordenadamente y archivar papelería técnica y comercial de todo orden, y poder mantener correspondencia con clientes y proveedores.
- La mejor predisposición comercial, entendiendo por tal no solo el propósito de obtener algún beneficio lícito y justo, sino también la aptitud para mantener cordiales relaciones con los clientes y con los proveedores, junto con la capacidad de arribar a soluciones justas y favorables en las tramitaciones esencialmente comerciales.

Estos tres factores aparecen corrientemente vinculados, y es fácil advertir como gravitan unos sobre otros. La aptitud técnica, que suele ser lo primero que se adquiere a través del estudio teórico y práctico, se vincula inmediatamente con la compra de materiales, y la conducción del personal, para luego relacionarse con la factibilidad de ejecución de un trabajo. No debe olvidarse que la posibilidad de llevar a la práctica un proyecto de instalación eléctrica, está sujeta a factores tales como:

- Aceptación por el cliente, del proyecto ejecutado.
- Aceptación por el cliente del precio presupuestado, dentro de una probable competencia con otros instaladores.
- Aceptación por el cliente de las condiciones de pago.

Los tres factores implican, a su vez, la disponibilidad financiera del ejecutante instalador, debido a que deberá pagar jornales y comprar materiales con sus propios fondos, capital que estará en giro hasta que

el cliente pague las facturas que se le presenten. Esta diferencia de fecha entre las erogaciones y los ingresos, constituirá un tiempo durante el cual el instalador deberá invertir su capital, y probablemente calcular sobre él, un interés, si ese dinero lo obtiene por medio de un préstamo bancario. La Figura N° 14.01 sirve para formarse una idea gráfica sobre el problema citado.

Antes de la iniciación de los trabajos en obra, hay una etapa que es la preparación de la oferta y celebración del contrato, que insume gastos aún no pagados por el cliente. Luego se inicia el proyecto, que ya implica haber recibido una cantidad a cuenta, o anticipo pactado. Por eso, la curva de egresos marcada con trazos y puntos en la Figura N° 14.01, indican cuales son los montos de dinero que se van acumulando en los gastos. Para la oferta y contrato habrá gastos consistentes en la papelería, horas de empleados de oficina en la redacción de ofertas y documentos, y las horas-hombre que los mismos técnicos han intervenido en la estimación del precio. Unos pocos días después de firmado el contrato, el comprador de la obra pagará el anticipo, y se ve que la curva de ingresos marcada en trazos llenos sube una cantidad definida. Luego, en la medida que se avanza en los trabajos, se van acumulando las sumas de dinero invertidas en aumentos que se producen en los elementos en que se hacen los pagos de salarios y materiales. A su vez, también progresa la curva de ingresos, conforme lo convenido. En esta Figura N° 14.01 se observa la aparición de dos tipos de superficies características: las superficies rayadas en forma oblicua, que representan los períodos en que el contratista deberá afrontar gastos sin que los ingresos lo hayan recompensado, y las superficies punteadas, en que el contratista tendrá mas dinero ingresado que el invertido, es decir, tendrá dinero del cliente. Del estudio cuidadoso de ambas curvas es posible determinar las "cargas financieras", es decir, los intereses que habrá que considerar para colocar en el costo. Nótese que los pagos deben quedar perfectamente establecidos en sus modalidades. Por ejemplo, un pago "en efectivo" significa disponer del dinero inmediatamente, sea porque se paga al contado, o con un documento realizable "a la vista", es decir, contra su sola presentación. No es lo mismo cuando el pago se efectúa en forma "documentada", por ejemplo, con pagarés, que son promesas de pago a fecha cierta. En esos casos, no se puede disponer del dinero inmediatamente, sino a la fecha de la promesa escrita. Todos esos elementos que comentamos muy brevemente, señalan sin lugar a

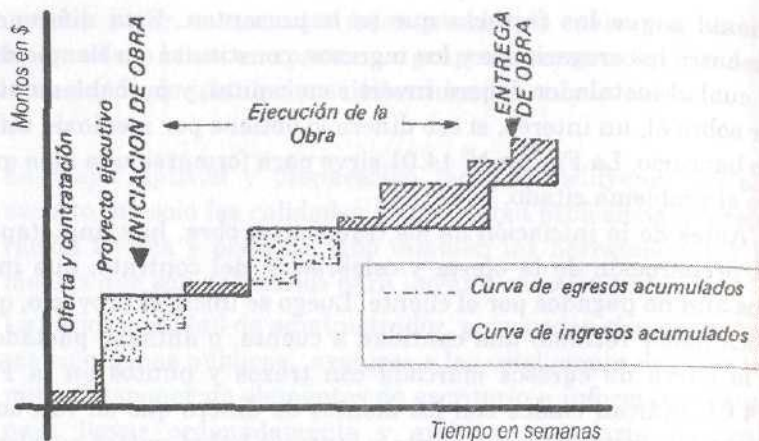


Figura N° 14.01
Curva de ingreso vs. egresos acumulados

dudas que el instalador debe tener una cierta cualidad administrativa y comercial para desenvolverse con seguridad en estos trabajos.

A estas circunstancias hay que agregar los trabajos administrativos, que involucran muchas tareas de oficina. La preparación de ofertas y facturas, requieren un cierto mecanismo burocrático inevitable. A esto debe sumarse la administración del personal, para poder tener al día la documentación exigida por el contratante (ART), y por las autoridades de los ministerios de trabajo, además de ejecutar los depósitos de los aportes provisionales conforme a las leyes vigentes. La contabilidad es menester también para poder contar con los documentos en orden y satisfacer a las autoridades de control de la parte impositiva del país y de los municipios.

La suma de estas obligaciones indicadas, que son solo algunas de las existentes, señala sin lugar a dudas lo afirmado al iniciar este párrafo dedicado a las empresas, en el sentido que el instalador debe tener, además de las cualidades técnicas específicas, otras que le permitirán manejar su trabajo en forma legal y próspera.

Un aspecto importante es la programación de la obra. Las instalaciones pequeñas no requieren mayor estudio, y la experiencia del instalador es suficiente. Pero en las obras algo mayores, y particularmente cuando la instalación eléctrica debe ejecutarse en forma coordinada con la obra civil de una vivienda, o la obra electromecánica de una indus-

tria, la cuidadosa programación del trabajo permitirá salvar situaciones a veces difíciles, y reducir al mínimo los imprevistos. Para eso observamos la Figura N° 14.02 que representa "el diagrama de barras" de una construcción característica. Podemos observar como se va coordinando los trabajos de las distintas especialidades, y la forma en que la instalación eléctrica interviene en la obra. Una primera etapa consiste en la colocación de los caños en las losas de techos, para lo cual debe trabajarse al mismo tiempo que se ejecuta la estructura resistente. Lista la mampostería, puede hacerse las canaletas para la colocación de caños en paredes y tabiques, y completar revoques. Luego deben pasarse los cables por caños, y colocar llaves y tomas, para finalmente colocar cha-

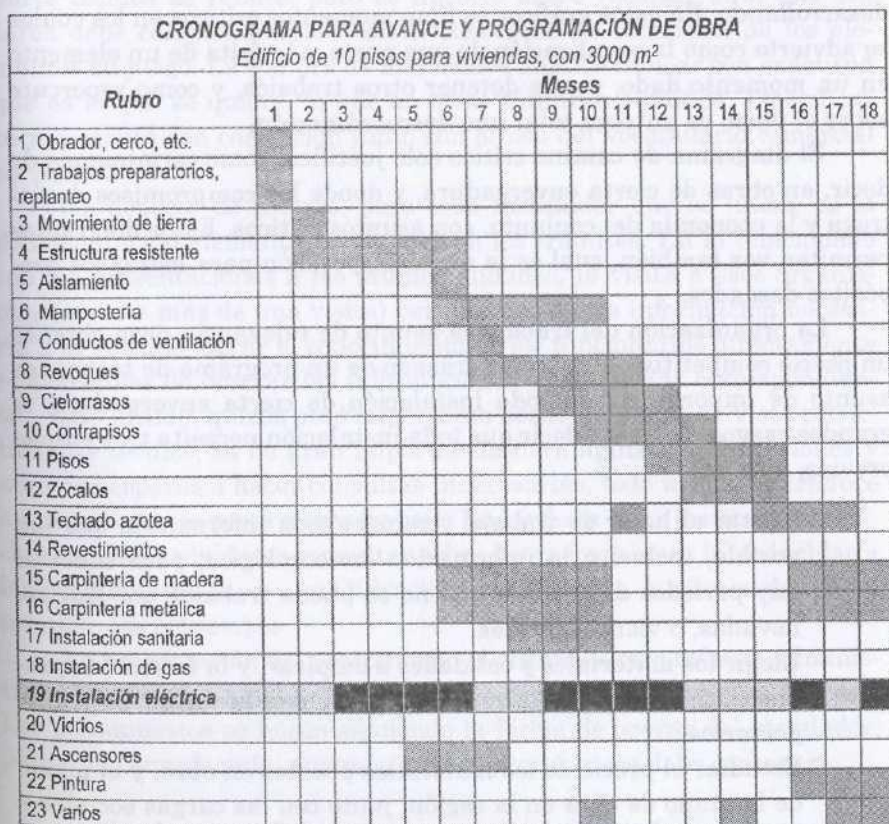


Figura N° 14.02
Cronograma de avance de la obra

pas protectoras y hacer pruebas finales. Si bien este diagrama puede variarse, coordinando con el director de obra, lo que se trata de expresar aquí es la necesidad de una perfecta coordinación de gremios, y que la obra eléctrica es la mas fraccionada de todas, asunto este último que debe tenerse muy en cuenta, dado que el **régimen de pagos de una instalación eléctrica** debe condicionarse a esta circunstancia. Por otra parte, esta forma de trabajo implica hacer un programa de aprovisionamiento de materiales, y una adecuada reserva con tiempo de la mano de obra necesaria.

En la actualidad los diagramas de barras, como el que terminamos de ver, es sustituido por los "**diagramas de camino crítico**", ya que son más precisos y se pueden hacer mediante software especialmente desarrollando. En estos gráficos se fijan momentos críticos en los cuales se advierte como la paralización de una parte, o la falta de un elemento en un momento dado, puede detener otros trabajos, y como repercute sobre el plazo de entrega total una descoordinación.

El diagrama de camino crítico solo justifica, como terminamos de decir, en obras de cierta envergadura, y donde los compromisos de entrega y la economía del conjunto, son asuntos críticos. Estos diagramas permiten ver también, cual es la mejor disposición para lograr los propósitos deseados.

La organización del trabajo es asunto de relevancia para obtener un precio competitivo. Por eso, el trazado de un programa de trabajo es asunto de importancia en toda instalación de cierta envergadura. A grandes rasgos, podemos decir que toda instalación necesita tres etapas previas, a saber:

- Visitar el lugar de trabajo, y recoger toda información que sea posible, inclusive la información meteorológica, para saber si hay períodos del año en que no se puede trabajar por lluvias, nevadas, o vientos fuertes.
- Elegir los materiales y calidades a emplear, y la forma de aprovisionamiento más conveniente, junto con la forma de transportarlos.
- Estudiar el precio de los materiales puestos en obra, y el precio de la mano de obra en la región, junto con las cargas sociales y las facilidades que hay que suministrar al personal para alojamiento y otras comodidades necesarias. En esta etapa debe examinarse el propio depósito, para conocer las existencias y pro-

gramar las compras, o aprovechar los materiales que se tienen en el proyecto.

Luego de estas providencias, puede ejecutarse el proyecto de la obra. Si la oferta al cliente ha sido aprobada y se firmó el contrato correspondiente, por lo regular, se espera el pago del anticipo para iniciar el proyecto, salvo que la solvencia del cliente y su conocimiento no hagan necesario dilatar la iniciación. El proyecto implica un examen a fondo de las necesidades a satisfacer con la instalación, el estado del mercado proveedor de materiales, los precios del día, y el precio de la mano de obra y de las cargas sociales. Para la ejecución, en los capítulos 2, 3 y 4 se pueden encontrar las directivas generales, en lo que a la parte técnica se refiere, pero es nuestro deseo recalcar aquí que esa tarea debe complementarse con el conocimiento comercial de los elementos en juego. La compra de materiales implica indicar con exactitud que es lo que se quiere, lo que en otros términos significa, especificar técnicamente con corrección junto con el uso del vocabulario comercial corriente.

Un aspecto de interés, para todo instalador que se inicia, es la documentación elemental a emplear en los trámites. En lo relacionado con las presentaciones a las municipalidades, la visita a esos organismos (a veces mas de una visita) permite recoger la información necesaria a la vez que lograr el conocimiento de los funcionarios directamente responsables de otorgar las informaciones y las ayudas correspondientes. Esto último, quizás poco importante desde un punto de vista estrictamente técnico, es de gran importancia para agilizar tramitaciones y abreviar esperas o hacer consultas innecesarias, todo lo cual se traduce en tiempo que se resta a otro trabajo. En la visita a las instituciones oficiales no debe olvidarse consultar sobre las innovaciones introducidas a las reglamentaciones, o modificaciones aparecidas, a efectos de que el proyecto las contemple.

La presentación del presupuesto al cliente es otro trámite administrativo y comercial que debe hacerse siguiendo las costumbres del caso. Los presupuestos se hacen siguiendo la forma de operar del instalador, pero como simple guía, digamos que un presupuesto debe contener:

- Nombre y apellido, o razón social del instalador.
- Dirección y teléfono.
- Número de inscripción de la parte impositiva y de previsión.

- Descripción de la obra, relatando:
 - Materiales a emplear, con sus calidades.
 - Plazo de entrega.
 - Cómputo métrico.
 - Planos aclaratorios.
 - Forma de pago, indicando:
 - Monto total, y mantenimiento de oferta.
 - Monto del anticipo.
 - Monto de los pagos parciales.
 - Forma de cancelación del compromiso.
 - Forma de pago de las cuotas.
- Referencias de obras ejecutadas, y referencias bancarias y comerciales.
- Referencias profesionales y estudios del instalador. Número de matrícula.

Estos datos se encuadran en papeles normalizados según IRAM, si es que el instalador trabaja mucho. En caso de no ser así, basta con incluir los datos que se han especificado más arriba, con la palabra "Presupuesto" seguida de la descripción y forma de pago, con la firma y la fecha.

Para efectuar los cobros, una vez ejecutadas las etapas pactadas, se presenta la "factura" que es un recordatorio del pago, que incluye los datos esenciales, los montos a pagar. Una vez obtenido el pago, se debe extender el correspondiente "recibo" en donde se especifica no solo la cantidad recibida, sino también la razón del pago, para lo cual basta muchas veces citar la factura con su número de orden o fecha de emisión.

Una buena administración implica llevar toda la documentación mínima, en forma ordenada para lograr su rápida localización. No debe olvidarse que la documentación comercial permite prever obras ejecutadas y, en base a esos datos, recoger experiencia y preparar mejores presupuestos.

En las empresas de cierta envergadura, suele llevarse la "Contabilidad de Costos", que no es otra cosa que un análisis y registro cuidadoso de todos los gastos que entran en una obra, para determinar el costo industrial exacto, y poder operar así en obras futuras, o determinar el margen exacto de ganancia.

Esta muy somera síntesis de la realidad empresaria que debe afrontar un instalador, nos parece debe ser tenida en cuenta también

para quien ejecuta un trabajo en relación de dependencia, viendo la conveniencia de armonizar las tareas personales con las tareas de organización y el mejor aprovechamiento de los medios humanos y materiales del país, que al fin es el destinatario de la actividad productiva.

La actividad empresarial debe además complementarse con la "Contabilidad", generalmente a cargo de un profesional de la especialidad, la que se encarga de llevar los libros comerciales con las llamadas "Cuentas", que no son otra cosa que las sumas manejadas, clasificadas adecuadamente. Por ejemplo, la cuenta "Bancos" registra todos los movimientos con las instituciones bancarias. La cuenta "Caja", registra todos los movimientos del dinero efectivo disponible en la casa. La cuenta "Materiales" registra ordenadamente las compras. Los depósitos de materiales, suelen llevar también su propio sistema de registro, para poder saber en cada momento, la cantidad de elementos que hay en existencia, que se denomina "Inventario".

14.02. PREPARACIÓN DE OFERTAS, PLIEGOS DE LICITACIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En el desenvolvimiento de las empresas de instalaciones eléctricas es muy frecuente tener que preparar ofertas a los clientes. A su vez, las empresas constructoras que ejecutan o encargan sus proyectos, suelen pedir cotización a contratistas por la ejecución de los trabajos de electricidad. Y finalmente, por muy diversas razones técnicas o comerciales, es frecuente tener que preparar las llamadas "especificaciones técnicas", que son las normas generales para la ejecución y los materiales.

Para facilitar la preparación de estos documentos, se agrega a continuación un modelo general, que con las debidas variantes en cada caso, puede servir de referencia. Se advierte que el modelo corresponde a una propiedad horizontal lujosa, y por lo tanto, por eliminación, puede llegarse fácilmente a los casos más sencillos y económicos.

La preparación de este modelo se ha hecho pensando que, con adecuados arreglos puede servir como pliego de licitación, como oferta, o como simple especificación técnica.

Modelo de presupuesto

- Membrete de la Empresa, o del Profesional.
- Domicilio, teléfono, fax o e-mail (si se trata de un profesional, deberá indicarse el número de la Matrícula, el Consejo Profesional en que está inscripto, o la habilitación).
- Número de inscripción en la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP).
- Número de inscripción en Ingresos Brutos (si corresponde).
- Otras referencias de orden municipal o provincial.

Lugar y fecha:

Señores:

N.....N

Calle

Ciudad Código Postal

Referencia N° (De nuestro archivo)

De nuestra mayor consideración:

Por el presente acusamos recibo de vuestra amable nota de fecha, y N°, y en respuesta remitimos nuestra mejor oferta y presupuesto en todo lo que se detalla a continuación.

Condiciones generales

La presente oferta ha sido preparada en base a la Especificación Técnica N°, el cronograma de obra N°, al pliego de Condiciones N°, y a los planos N°, Todos estos elementos fueron remitidos por Ustedes con vuestro pedido de fecha, y referencia N° y en caso de introducir variantes, nos reservamos de modificar la presente oferta en base a esas modificaciones. La presente oferta tiene además una validez de días corridos contados a partir de la fecha, pasados los cuales les rogamos consultarnos. En caso de merecer aprobación, les proponemos confirmar por carta, e indicarnos las modalidades para un eventual contrato por la prestación solicitada.

14.03. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Condiciones generales

Alcance de los trabajos a realizar y de las especificaciones

Los trabajos a realizar bajo estas especificaciones, incluyen la mano de obra, materiales y dirección técnica para dejar en condiciones de funcionamiento correcto las siguientes instalaciones eléctricas y complementarias:

- Instalación del ramal alimentador y tablero general.
- Instalación eléctrica a los departamentos y servicios generales.
- Instalación de cañería y cajas para teléfono.
- Cableado de montante telefónico.
- Instalación de llamadas.
- Instalación de portero eléctrico.
- Instalación de cañería para cables de video.
- Instalación de señalización en rampa.

Estas especificaciones, y el juego de planos que las acompañan son complementario y lo especificado en uno de ellos debe considerarse como exigido en todos. En caso de contradicción entre distintos planos y pliegos, regirá lo que mejor convenga técnicamente, según la interpretación de la Empresa.

Normas para materiales y mano de obra

Todos los materiales a instalarse serán nuevos y conforme a las normas IRAM y a la Reglamentación vigente para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (Anexo a la Resolución del ENRE N° 207/95), y la Resolución 92/98 (Pág. 269) para todos los materiales que tales normas exijan. Todos los trabajos serán ejecutados de acuerdo a las reglas de arte y presentarán, una vez terminados, un aspecto prolijo y mecánicamente resistente. En todos los casos que en esta documentación se citen modelos o marcas comerciales, es al solo efecto de fijar normas de construcción o formas deseadas, pero no implica el compromiso de adoptar dichos elementos, si no cumplen con las normas de calidad requeridas.

En este presupuesto se indican las marcas de la totalidad de los materiales a utilizar. La cualidad de similar queda a juicio y resolución exclusiva del contratista, y en caso de que el contratista en su propuesta mencione más de una marca, la opción será ejecutada de común acuerdo.

Reglamentaciones, permisos e inspecciones

Las instalaciones cumplirán con las reglamentaciones y/o códigos municipales del lugar donde se ejecute la obra y con la RIEI (Última versión).

El contratista dará cumplimiento con todas las ordenanzas municipales y/o leyes provinciales o nacionales sobre presentación de planos, pedido de inspecciones, etc., siendo en consecuencia responsable de las multas y/o atrasos que por incumplimiento y/o error en tales obligaciones, sufra el Propietario, siendo de su cuenta el pago de todos los derechos, impuestos, etc., ante las Reparticiones Públicas y o empresas prestatarias del servicio eléctrico.

El Propietario no será responsable ni responderá por multas resultantes de infringir el contratista las disposiciones en vigencia. Una vez terminadas las instalaciones obtendrán la habilitación de las mismas por las autoridades que correspondan (Municipalidad, bomberos, empresas prestatarias del servicio eléctrico y telefónico, aseguradores, etc.).

Planos

Además de los planos que se deben ejecutar para presentar a las autoridades, entregaremos con suficiente antelación para su aprobación y observaciones, tres juegos de copias de la totalidad de las instalaciones en escala 1:100, debidamente acotados como así también los planos de detalle necesarios o requeridos. Sin planos aprobados para construcción, las instalaciones realizadas serán por cuenta y riesgo del contratista, hasta su aprobación al ser revisados los planos correspondientes.

Durante el transcurso de la obra se mantendrán al día los planos de acuerdo con las modificaciones necesarias u ordenadas. Una vez terminadas las instalaciones e independientemente de los planos que para la habilitación de las obras deba realizar, se entregará un juego de planos escala 1:100 estrictamente conforme a obra, ejecutados en tela transparente o similar (o bien en soporte magnético) y tres copias.

Garantías

El Contratista entregará las instalaciones en perfecto estado de funcionamiento y responderá sin cargo a todo trabajo o material que presente defectos, excepto por desgaste o abuso, dentro del término de 6 meses de entregadas las instalaciones. Si fuera necesario poner en servicio una parte de las instalaciones antes de la recepción total, los seis meses de garantía para esa parte comenzarán a contar desde la fecha de puesta en servicio.

Alimentación

La instalación se preparará para funcionar en corriente alterna trifásica tetrafilar. Realizaremos el tendido del ramal hasta la conexión con la red de la empresa prestataria en el lugar que en definitiva ésta designe. Al solo efecto de la comparación de ofertas se proveerá el ramal de acuerdo con lo indicado en planos.

Puesta a tierra del equipo

La totalidad de la cañería metálica, soportes, gabinetes, tableros, y en general toda estructura conductora que por accidente pueda quedar bajo tensión, deberá ponerse sólidamente a tierra. La toma de tierra se efectuará mediante una jabalina de acero-cobre o similar, directamente hincada en el terreno a una distancia no mayor de 3 metros desde el tablero general. El valor de la resistencia de puesta a tierra no deberá superar los 10 ohm.

El cable de puesta a tierra que efectuará el recorrido dentro de la cañería, será de cobre aislado de una sección no menor a 2,5 mm².

Tableros

Se proveerán e instalarán la totalidad de los tableros indicados en planos y diagrama esquemático unifilar, y conforme a lo siguiente:

Tablero general

La parte correspondiente a los departamentos, locales y vivienda del portero estará formado por gabinetes del tipo unificado con caja para medidores reglamentados por las compañías proveedoras, trifási-

cas y/o indicaciones de planos. El tablero de servicios generales estará formado por un gabinete de forma de armario, totalmente metálico, conteniendo los elementos indicados en planos. Los elementos componentes del tablero serán de conexión frontal y se montarán sobre un bastidor desmontable. Los cables de conexión de distribución se llenarán en forma prolija en mangueras con precintos plásticos o en canaletas especiales. El total de los elementos con partes vivas accesibles se cubrirá con una contratapa calada que deje a la vista solo las manijas de interruptores, cartuchos fusible y otros elementos de manejo y servicio habitual.

Tablero con interruptores automáticos

Los gabinetes para estos tableros serán del tipo para colocación embutida construidos con chapa de hierro de un espesor mínimo de 1,65 mm. Los frentes tendrán el marco formado por un reborde de la misma caja o soldada sin junta aparente y sobre dicho marco se asegurará la puerta mediante bisagras desmontables. El marco formará cubrejuntas entre pared y gabinete.

Todos los gabinetes estarán provistos de cerradura con dos llaves por cada unidad, o contacto magnético.

Las cajas de los gabinetes, serán dimensionadas de acuerdo con los accesorios que deban contener, debiendo poseer un espacio libre para el cableado en todo su contorno no menor de 7 cm para gabinetes de hasta 700 mm de dimensión y 100 mm para gabinetes de mayor tamaño.

Los gabinetes serán provistos de los elementos para soporte y fijación de los accesorios que van en su interior. Se colocarán salvo indicación en contrario con su borde superior a 1,80 m sobre el nivel de piso terminado. Poseerán contratapa calada que oculte los cables de conexión, y dejen visibles solamente las palancas de accionamiento. Junto a cada interruptor se indicará un indicador numerado, con indicación de las bocas alimentadas y la numeración correspondiente.

Tableros especiales de fuerza motriz

Se instalarán los indicados en planos y diagrama unifilar respondiendo a las características de materiales que se detallan a continuación:

- **Tableros de montacargas y ascensores**

Están formados por un interruptor automático, marca..... o similar, trifásico, un interruptor similar bipolar y un tomacorriente doble.

- **Tableros para bombas**

Se instalarán en los lugares indicados en los planos y estarán constituidos por llaves de arranque combinadas formadas por un interruptor manual inversor con punto "0", marca..... con comando frontal rotativo, fusible 500 V de intensidad adecuada y un interruptor directo de arranque estrella-triángulo automático marca..... adecuado a la potencia indicada en los planos y esquema.

14.04. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LOS TABLEROS

Interruptores automáticos

Los interruptores automáticos de hasta 50 A para los circuitos de iluminación serán de una capacidad de ruptura mínima de 10 kA, marca..... o equivalente.

Interruptores manuales

Serán marca....., con enclavamiento con la puerta en posición cerrada y comando frontal rotativo.

Interruptores inversores

Serán de comando frontal rotativo marca..... o similar.

Interruptores domiciliarios

Hasta 30 A y 220 V en instalaciones domiciliarias se admitirán interruptores con base y cubierta de material aislante de accionamiento a palanquita tipo..... o similar.

Fusibles

Serán de porcelana y partes metálicas en bronce níquelado marca..... o similar, con cartuchos originales de alta capacidad de ruptura

Contadores

Tripolares, marca..... o similar, con o sin protección térmica, según se indique en los planos.

14.05. RAMALES

Los ramales se ubicarán y conectarán de acuerdo a lo indicado en planos y diagrama esquemático. Siempre que su longitud lo permita, los ramales serán continuos sin empalme entre terminales. Todos los cables de un ramal serán colocados en un mismo caño.

Cañería

El caño a utilizarse será del tipo denominado semipesado, fabricado según normas IRAM-IAS U 500-2005-1. Será colocado en la forma indicada en los planos y detalles. Las uniones serán roscadas por lo menos cinco hilos y ajustadas a fondo. Los soportes y grapas, donde los ramales sean exteriores, serán de tipo apropiado y debidamente dimensionados. Los tirones rectos, las curvas y las desviaciones serán uniformes y simétricos. Las uniones, tuercas, boquillas y demás accesorios provendrán del mismo fabricante del caño o corresponderán exactamente a sus dimensiones. Todos los accesorios serán colocados en forma tal que el conjunto sea mecánicamente resistente y la continuidad sea perfecta.

Cables

Se proveerán y colocarán los cables de acuerdo con las secciones indicadas en los planos y conexiones en el diagrama esquemático.

El aislamiento será de PVC de tipo aprobado por normas IRAM. En todos los casos los cables se colocarán en colores codificados a lo largo de la obra, reservándose el color celeste para el neutro y verdeamarillo para el conductor de protección (PE).

Cajas de pase y derivación

Serán de medidas apropiadas a los caños y cables que lleguen a ellas. Las dimensiones serán fijadas en forma tal que los cables en su interior

tengan un radio de curvatura no menor que el fijado por normas para el caño que deba alojarlas. Por tirones rectos, la longitud mínima será no inferior a seis veces el diámetro nominal del mayor caño que llegue a la caja. El espesor de la chapa será 1,5 mm para cajas de hasta 200 mm de dimensión mayor y de 2 mm para dimensiones de hasta 400 mm, y para mayores dimensiones serán espesores mayores o convenientemente reforzadas con hierro perfilado. Las tapas cerrarán perfectamente, llevando los tornillos en número y diámetro a fin de evitar dificultades en su colocación.

Las tapas de las cajas embutidas deberán sobresalir 20 mm en todo su contorno, a fin de tapar la junta entre caja y revoque. Las tapas de las cajas que deben colocarse en forma exterior, serán de dimensiones iguales a las de la caja.

Forma de instalación

Salvo que se especifique expresamente lo contrario en los planos, los ramales a departamentos, así como los ramales de fuerza motriz a ascensores, bombas, etc. se instalará embutidos en el hormigón o en mampostería.

14.06. CIRCUITOS

Circuitos de iluminación y fuerza motriz

Los circuitos de iluminación serán bifilares. En los planos se indica el recorrido aproximado de las cañerías y la ubicación de bocas. Se hace presente, que siendo provisoria la distribución en algunos locales, no se considerará adicional el cambio de ubicación, sino tan solo el excedente sobre lo indicado en el plano de licitación, entendiéndose que la nueva distribución será entregada al contratista antes de iniciar las instalaciones en cada piso.

Las secciones de cañerías y cables indicadas en planos son mínimas, pudiendo aumentarse si razones de construcción así lo requieran. La instalación se efectuará, salvo indicación en contrario, totalmente embutida en el hormigón y mampostería o sobre el cielorraso. Las cañerías que deben ir embutidas en el hormigón, ya sean por el techo o por el piso, se colocarán en el encofrado antes del llenado y perfectamente sujetas a los hierros del mismo. Se controlará especialmente la herme-

ticidad de la cañería con el objeto de evitar filtraciones de cemento, a cuyo fin las uniones entre cañerías serán efectuadas con uniones enroscadas correctamente y ajustadas a fondo, evitándose el uso de las denominadas roscas dobles. La unión de las cañerías a las cajas, se efectuará mediante boquillas y contratuercas, estando descartado el uso de conectores a enchufe. Las tuercas se colocarán con la concavidad del estampado hacia la caja y se apretarán a fondo a fin de asegurar la continuidad metálica de la cañería. Las cañerías a embutirse en la mampostería serán alojadas en canaletas abiertas con herramientas apropiadas y personal hábil, a fin de evitar roturas innecesarias. La colocación será realizada antes del enlucido y las cajas serán amuradas en su posición mediante concreto, poniéndose especial atención a su perfecta nivelación y su profundidad a fin de evitar esfuerzos sobre el revoque.

Cajas de salida

Las cajas para brazos, centros, tomacorrientes, llaves, etc., serán del tipo reglamentario, estampadas de una sola pieza, con chapas de 1,5 mm de espesor. Las cajas para brazos y centros serán octogonales chicas (75 mm de diámetro) para dos caños y/o cuatro cables que entren en las mismas. Para cuatro caños y/u ocho cables como máximo, las cajas deben ser octogonales grandes (90 mm de diámetro) y cuadradas (100 x 100 mm) para mayores cantidades de caños y/o cables. Las cajas para centros y brazos serán provistas de ganchos para colgar artefactos del tipo fijado en normas IRAM 2005 P. Las cajas de salida para brazos se colocarán salvo indicación especial, a 2,10 m del nivel del piso terminado y perfectamente centradas con el artefacto o paño de pared que deban iluminar. Las cajas para llaves y tomacorrientes, serán rectangulares (55 mm) para hasta dos caños y/o cuatro cables, y cuadradas (100 x 100 mm) con tapa de reducción para mayor número de caños o cables que lleguen a ellas, en los locales con revestimiento sanitario y en las cajas embutidas en el hormigón se emplearán siempre cajas cuadradas con tapas de reducción independientemente del número de caños o cables. Salvo indicación especial las cajas para llaves se colocarán a 1,20 m sobre el piso terminado y a 15 cm de la jamba de la puerta, del lado que ésta abra. Las cajas para tomacorrientes se colocarán a 300 mm sobre el piso terminado en oficinas y viviendas y a 1,20 m en las salas de máquinas y locales industriales. Las cajas de salida de fuerza motriz se colocarán salvo indicación especial, a 1,60 m sobre el nivel de piso terminado.

Cajas de pase y terminación

Serán de medidas apropiadas a los caños y cables que lleguen a ella. Hasta 100 x 100 mm serán estampadas en una sola pieza, en chapa de 1,5 mm de espesor y para mayores dimensiones rigen las condiciones establecidas en 5.3.

Accesorios de salida

Las llaves y tomacorrientes de luz serán del tipo estándar, de embutir, con chapa de material plástico de color adecuado a la arquitectura. Las llaves serán de capacidad mínima de 10 A, por efecto, tanto las simples como las agrupadas en un mismo soporte. Los tomacorrientes de 10 A reglamentarios con toma de tierra y marcas aprobadas.

Conexiones de motores

En todos los casos en que en los planos se indica la instalación eléctrica terminando en un motor, se entiende que es a cargo del Contratista la completa instalación eléctrica del mismo. La cañería de conexión se realizará en caño rígido o flexible de hierro galvanizado forrado en plástico, de acuerdo con las condiciones de montaje del motor. La conexión del motor incluye la prueba de funcionamiento y el ajuste de los térmicos y protecciones de marcha del motor, sean estas provistas por el Contratista o por el Propietario.

Para motores menores de $\frac{1}{4}$ CV se colocarán interruptores automáticos, tipo guardamotores. Desde $\frac{1}{4}$ CV hasta $7\frac{1}{2}$ CV la protección estará formada por un interruptor de arranque directo marca..... y para mayores potencias, serán arrancadores a tensión reducida según indicación en planos, de las mismas marcas.

14.07. INSTALACIÓN TELEFÓNICA

Normas de instalación

Las normas de instalación de cañerías, cajas, gabinetes y las características de las instalaciones y materiales, salvo indicación en contrario, serán las mismas que las indicadas para las instalaciones de

iluminación y fuerza motriz. El instalador gestionará y obtendrá ante la empresa prestataria del servicio telefónico, la previa aprobación de la instalación de acuerdo a las reglamentaciones vigentes.

Cajas de salida

Las cajas de salida serán rectangulares, provistas de suplementos y chapas, haciendo juego con las llaves y tomacorrientes. Su colocación se efectuará a 0,30 m del piso terminado, salvo indicación en contrario, en oficinas y a 1,50 m en locales.

Gabinets de distribución

Serán de dimensiones adecuadas, de acuerdo a las necesidades y a la cantidad de pares que se conectan y teniendo en cuenta indicaciones de la empresa prestataria.

Cajas de cruzada

El Contratista proveerá e instalará la caja de cruzadas en la ubicación indicada por la empresa prestataria.

Cañería de entrada

Para la entrada del cable alimentador, el Contratista realizará la colocación de un caño de PVC, extrareforzado en la ubicación que en definitiva indique la empresa prestataria del servicio, debiendo este conductor sobresalir de la pared del edificio en un todo de acuerdo a las especificaciones vigentes. El recorrido desde la entrada subterránea hasta la caja de cruzadas se indica al solo efecto de presupuestar, debiéndose ajustar a lo que en definitiva indique la empresa prestataria.

Cables

Entre gabinetes de distribución y/o derivación, los cables serán de cobre estañado de 0,5 mm de diámetro, aislados en material plástico, en forma de cable múltiple con el total de pares envainados en plástico.

Tiras de bornes

Se colocarán en los gabinetes de distribución y serán del tipo y calidad según la reglamentación de la empresa prestataria del servicio telefónico.

14.08. SEÑALIZACIÓN DE RAMPA PARA AUTOMOTORES CON SEMÁFOROS

Normas de instalación

Para la instalación de cañerías, cajas, etc., se deberá tener en cuenta lo especificado para las instalaciones ya especificadas. Salvo indicación en contrario el total de la instalación podrá realizarse embutida.

Central de control

Debe conectar y desconectar las señales luminosas de tránsito y las campanillas en forma totalmente automática, según los impulsos que reciba de los pedales, de modo de cumplir las necesidades que siguen.

Cuando un vehículo pisa uno de los pedales estando la rampa libre, se debe encender instantáneamente la luz roja en ambos semáforos, apagándose la luz verde en el semáforo correspondiente al pedal opuesto, pero quedando aún la luz verde encendida junto con la roja durante unos segundos en el semáforo del pedal pisado, indicando vía libre, para apagarse luego.

La campanilla correspondiente al pedal pisado no debe sonar, pero si la del pedal opuesto, mientras se mantiene encendida la luz roja, recién cuando el vehículo pisa el segundo pedal, la central hará cambiar las señales y la campanilla dejará de sonar.

Para el caso que los pedales sean pisados ambos simultáneamente, una de las dos señales tendrá preferencia, lo cual deberá distinguirse porque la luz verde en ese lado deberá encenderse unos segundos junto con la luz roja, mientras que en el otro lado deberá encenderse únicamente la luz roja y sonará la campanilla.

Para los casos en que un vehículo, por necesidad o falsa maniobra pise un solo pedal retirándose si entrar en la rampa, la señal roja deberá desconectarse automáticamente al cabo de un tiempo, debiendo contar la central con un automático de tiempo que permita regularlo entre 1 y 3 minutos según se desee y también podrá conectarse o desconectarse a voluntad.

Semáforos

Deberán ser del tipo para colocación sobre pared, de forma rectangular con 2 lentes de 210 mm de diámetro, uno color verde y otro de color rojo, provistos con portalámparas de bronce y lámparas de 60 W

en 220 V. El semáforo a colocar sobre la calle deberá ser del tipo intemperie y los restantes de tipo de instalación interior.

Pedales

Serán del tipo neumático de 2,50 m de largo, de goma, con armazones de hierro y cabezales de bronce para su colocación en el piso, completamente herméticos. Actuará bajo el principio de que un caño de goma moldeado en forma especial, al ser aplastado por un vehículo genera una corriente de aire que acciona unos contactos de membrana ubicados en caja de 200 x 200 x 100 mm en la pared a una altura de aproximadamente 600 mm del nivel del piso.

El contratista se encargará de la instalación del sistema completo, incluyendo los pedales completos, los caños de goma que comunican a los pedales con los contactos a membrana, el caño de 1" tipo semipezado de protección de los caños, los contactos de la membrana y las cajas de 200 x 200 x 100 mm para alojarlos.

Campanillas

Al lado de cada semáforo colocado en el interior del edificio, se instalará una campanilla de 220 V en c.a., en caja de fundición de hierro, con campanilla de 150 mm de diámetro.

Cables

Serán iguales a los especificados en instalaciones de iluminación.

14.09. TELÉFONOS INTERNOS Y PORTERO ELÉCTRICO

Se instalará un sistema completo compuesto por una fuente de alimentación, central de portería, portero eléctrico con cerradura eléctrica y aparato en cada uno de los departamentos inclusive en la portería.

Normas de instalación

Las normas de instalación y tipo de materiales, excepto los expresamente indicados, serán las indicadas para iluminación y fuerza motriz.

Fuente de alimentación

Será del tipo de conexión directa a la tensión de 220 V con adecuada protección tanto en alimentación 220 V como en baja tensión

alternada y continua. Proveerá energía en corriente alterna 12 V para el sistema de llamadas y accionamiento de la cerradura eléctrica y corriente continua para el amplificador de conversación. El amplificador será del tipo transistorizado, adecuadamente protegido contra sobretensiones y contra el calor; estará ubicado formando conjunto con la fuente de alimentación o con la central de portería.

Central de portería

Proveerá llamadas y señalización para conversación no secreta entre portería y cada uno de los departamentos, debiéndose anular el portero eléctrico o de cualquiera de los departamentos, será transferida al departamento del portero.

Portero eléctrico

Se ubicará sobre un pedestal a diseñar por los Directores de Obra así como el frente. Poseerá bornes de llamada a cada departamento y portería, de tipo metálico diseño miñón.

Tanto el microteléfono como el parlante serán de la mejor calidad apta para funcionamiento a la intemperie en lugar cubierto tal como está proyectada la instalación.

Aparatos telefónicos

Serán del tipo de pared con microteléfono de colgar e interruptor de conversación en el mango. Estarán totalmente contruidos en plástico moldeado color marfil...

El cable de conexión será de construcción espiralada o similar a fin de evitar enrollamientos. se proveerá con dos pulsadores, de llamada a portería y de apertura de cerradura eléctrica.

Cables

Serán del tipo especial para telefonía los destinados al circuito telefónico, los restantes pueden ser del tipo de campanilla conforme a lo ya descrito.


14.10. PLANOS

El presente presupuesto se complementa con los siguientes planos:
N°..... que remitimos adjuntos.






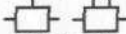









Este modelo, sumamente simple, puede desarrollarse en muchos detalles, sobretudo en las modalidades de pago, atrasos, multas y otros aspectos previsibles.

SIMBOLOGÍA

**SÍMBOLOS GRÁFICOS ELECTROTÉCNICOS
PARA INSTALACIONES DE ALUMBRADO, FUERZA MOTRIZ
CONFORME LA NORMA IRAM 2010**

N°	DESIGNACION	SÍMBOLO
A 2901	Línea de alumbrado	—
A 2902	Línea de fuerza motriz o calefacción	—
A 2903	Línea de señales	- - - - -
A 2904	Línea telefónica, para servicio externo	- · - · - ·
A 2905	Línea telefónica, para servicio externo	- · - - - -
A 155	Línea subterránea	—
A 201	Circuito de dos cables	—# —#
A 202	Circuito de tres cables	—# —# —#
A 203	Circuito de cuatro cables	—# —# —# —#
A 2906	Línea de cables en cañería de acero. El diámetro interno del caño, en milímetros, se indica con un número colocado arriba del símbolo de la línea, y la sección de los cables en milímetros cuadrados, por debajo. Ej.: Línea para fuerza motriz de 3 cables de 6 mm ² de sección, en caño de acero de ∅ interno de 18 mm.	 (c) 18 3 x 6
A 2907	Si en una instalación existen circuitos en cañerías de acero, sobre los aisladores u otro sistema, se usarán los siguientes símbolos colocados sobre el correspondiente de la línea: Cañería de acero. Sobre aisladores. Conductor protegido.	(c) (a) (d)

Nº	DESIGNACION	SIMBOLO
A 2908	Línea que conduce energía, hacia arriba	
A 2909	Línea que conduce energía, desde arriba	
A 2910	Línea que conduce energía, hacia abajo	
A 2911	Línea que conduce energía, desde abajo	
A 312	Interruptor en aire, unipolar	
A 313	Interruptor en aire, bipolar	
A 314	Interruptor en aire, tripolar	
A 321	Interruptor automático (disyuntor) en aire, unipolar	
A 322	Interruptor automático (disyuntor) en aire, bipolar	
A 323	Interruptor automático (disyuntor) en aire, tripolar	
A 331.1	Conmutador de potencia, unipolar	
A 332.1	Conmutador de potencia, bipolar	
A 333.1	Conmutador de potencia, tripolar	
A 372.2	Cortacircuito fusible a ficha o rosca, bipolar	
A 373.1	Cortacircuito fusible a cartucho, tripolar	
A 2923	Llave interruptora unipolar	
A 2913	Llave interruptora bipolar	
A 2914	Llave interruptora tripolar	
A 2915	Llave interruptora, doble	
A 2916	Llave interruptora, triple	
A 2917	Llave conmutadora, de cambio	
A 2918	Llave conmutadora, inversora	
A 2920	Tomacorriente con contacto a tierra	
A 2921	Tomacorriente para fuerza motriz o calefacción	

N°	DESIGNACION	SIMBOLO
A 2923	<i>Boca de techo, para un efecto</i>	
A 2924	<i>Boca de techo, para dos efectos</i>	
A 2925	<i>Boca de techo, para tres efectos</i>	
A 2926	<i>Boca de pared, para un efecto</i>	
A 2927	<i>Boca de pared, para dos efectos</i>	
A 2928	<i>Caja de derivación</i>	 (Relación 1:1)
A 2929	<i>Caja de distribución, principal</i>	 (Relación 1:3)
A 2930	<i>Caja de distribución, secundaria</i>	 (Relación 1:3)
A 500	<i>Transformador</i>	
A 2935	<i>Boca de teléfono para servicio externo</i>	
A 2936	<i>Botón para teléfono de servicio interno</i>	
A 2937	<i>Interruptor automático (disyuntor) de tiempo para escalera</i>	
A 2938	<i>Botón para interruptor automático (disyuntor) de tiempo para escalera</i>	
A 2939	<i>Caja para medidor</i>	
A 2940	<i>Boca para fuerza motriz o calefacción</i>	

APÉNDICE 2

UNIDADES

Una de las formas de expresar los conocimientos correctamente es dándole a cada uno su verdadero nombre. Es por ello que, considerando la importancia que tienen las expresiones, fundamentalmente en el ámbito de la técnica (aunque no sea privativo de ella), se hace necesario tener claramente identificadas las magnitudes, sus nombres y símbolos a emplear.

Mediante la ley Nacional N° 19 511, sancionada y promulgada en el año 1972, se impuso el denominado Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA) el cual establece las unidades, múltiplos y submúltiplos, prefijos y símbolos del Sistema Internacional de Unidades (SI) en nuestro país.

Entre las disposiciones generales figura la obligatoriedad y exclusividad del uso del SIMELA en todos los actos públicos o privados de cualquier orden o naturaleza. Queda prohibida la fabricación, importación, venta, oferta, propaganda, anuncio o exhibición de instrumentos de medición graduados en unidades ajenas al SIMELA, aún cuando se consiguen paralelamente las correspondientes unidades legales. Se admitirán excepciones solamente en aquellos casos en que se trate de instrumentos de medición destinados a la exportación, al control de operaciones relacionadas con el comercio exterior o al desarrollo de actividades culturales, científicas o técnicas.

Las reparticiones públicas y los escribanos de registro no admitirán documentos referentes a actos o contratos celebrados fuera del territorio de la Nación, que tuvieren que ejecutarse en él, cuando las medidas se consignaren en unidades no admitidas por la nueva ley, salvo en el caso de que los interesados hubieren efectuado la conversión al SIMELA en el mismo documento.

De acuerdo a esto, las magnitudes y parámetros empleadas en esta obra se dan en la tabla siguiente. La nomina completa se puede encontrar en el texto de la ley referida. De igual manera se da también otra tabla con los múltiplos, sub-múltiplos, prefijos y los símbolos.

TABLA N° A2.01
MAGNITUDES, NOMBRES Y SIMBOLOS ELÉCTRICOS

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLOS
Tensión eléctrica, Potencial eléctrico Fuerza motriz	volt	V
Intensidad de corriente eléctrica	ampere	A
Resistencia eléctrica	ohm	
Capacitancia	farad	F
Conductancia eléctrica	siemens	S
Inductancia	henry	H
Potencia eléctrica activa	watt	W
Potencia eléctrica reactiva	volt-ampere-reactivo	VAr
Potencia eléctrica aparente	volt-ampere	VA
Energía eléctrica activa	watt-hora	Wh
Energía eléctrica reactiva	volt-ampere-reactivo-hora	VArh
Flujo luminoso	lumen	lm
Iluminancia	lux	lx
Luminancia	candela/metro cuadrado cd/m ²	

TABLA N° A2.02
MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS DE LAS UNIDADES

FACTOR	PREFIJO	SÍMBOLO
10 ⁹	giga	G
10 ⁶	mega	M
10 ³	kilo	K
10 ⁻³	mili	m
10 ⁻⁶	micro	μ
10 ⁻⁹	nano	n
10 ⁻¹²	pico	p

Escritura de las magnitudes y sus símbolos

Para la escritura rigen las siguientes reglas:

- 1° El símbolo de la unidad se escribe con caracteres rectos
- 2° El símbolo de la unidad mantiene para el plural la misma forma del singular

APÉNDICE 3

EJEMPLO N° 3-01

Determinar la potencia máxima simultánea del inmueble cuyos datos se dan mas abajo y que está destinado a vivienda.

La resolución de este ejemplo deberá hacerse utilizando el texto completo de la Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles.

Los tipos de ambientes o dependencias con que cuenta y sus respectivas dimensiones se muestran en la Tabla N° A3.01.

**TABLA N° A3.01
DATOS DEL INMUEBLE**

DEPENDENCIA	LARGO [m]	ANCHO [m]	SUPERFICIE [m ²]
Living-Comedor	6,0	3,0	18,0
Dormitorio	3,2	3,5	11,2
Baño	2,8	2,5	7,0
Cocina	4,0	3,0	12,0
Lavadero	2,7	1,0	2,7
Galería posterior	5,6	1,2	6,7
TOTAL			57,6

GRADO DE ELECTRIFICACIÓN

Determinación según la superficie

De acuerdo a la Tabla N° A3.01 de los datos y a la Tabla N° 771.8.1 Grado de electrificación de las viviendas y dado que:

$$57,6 < 60 \text{ m}^2$$

La superficie es menor de 60 m² correspondería a una ELECTRIFICACIÓN MÍNIMA pero por las características constructivas se pre-determinará un grado de ELECTRIFICACIÓN MEDIO.

Número mínimo de circuitos

De acuerdo a disposición, función y tamaño de los ambientes se proponen los circuitos que se indican en la Tabla N° A3.02.

TABLA N° A3.02
NÚMERO DE CIRCUITOS PROPUESTOS

CIRCUITO	DESTINO		CANTIDAD
C 1	Iluminación uso general	I U G	1
—	Iluminación uso especial	I U E	0
C 2	Tomacorrientes uso general	T U G	1
C 3	Tomacorrientes uso especial	T U E	1
TOTAL			3

Se ha adoptado el número mínimo de circuitos establecido en la Tabla 771.8.2 Número mínimo de circuitos de las viviendas (variante b) de la RIEI.

Determinación de la demanda de potencia máxima simultánea

De acuerdo a la Tabla N° 771.8.1 Grados de electrificación de las viviendas de la RIEI, para un Grado de electrificación media la Demanda de potencia máxima simultánea calculada debería ser menor de 3,7 kVA, cantidad esta que debe ser verificada a partir de los **puntos mínimos de utilización**, para ello nos valemos de la Tabla N° N° 771.8.3 Puntos mínimos de utilización en viviendas y en locales u oficinas proyectados originalmente para vivienda.

TABLA N° A3.03
NÚMERO DE PUNTOS DE UTILIZACIÓN (BOCAS) PROPUESTOS
SOBRE LA BASE DE LAS FORMAS DE LOS AMBIENTES

DEPENDENCIA	CANTIDAD DE BOCAS PROPUESTAS				
	SUPER- FICIE	ILUMINACIÓN DE USO		TOMACORRIENTES DE USO	
		GENERAL IUG	ESPECIAL IUE	GENERAL TUG	ESPECIAL TUE
Living-Comedor	18,0	1	0	3	0
Dormitorio	11,2	1	0	3	1

TABLA N° A3.03 (Continuación)

DEPENDENCIA	CANTIDAD DE BOCAS PROPUESTAS				
	SUPER- FICIE	ILUMINACIÓN DE USO		TOMACORRIENTES DE USO	
		GENERAL IUG	ESPECIAL IUE	GENERAL TUG	ESPECIAL TUE
Baño	7,0	1	0	1	0
Cocina	12,0	2	0	3	0
Lavadero	2,7	1	0	1	0
Galería posterior	6,7	1	0	1	0
Total	57,6	7	0	12	1

Las cantidades propuestas superan a las mínimas exigidas.

Determinación de la potencia total máxima simultánea

TABLA N° A3.04
POTENCIA MÁXIMA SIMULTÁNEA

TIPO	ILUMINACIÓN DE USO		TOMACORRIENTES DE USO	
	GENERAL IUG	ESPECIAL IUE	GENERAL TUG	ESPECIAL TUE
Cantidad de bocas	7	0	12	1
Cantidad de circuitos	1	0	1	1
Potencia carga [VA]	150	500	2200	3300
Coefficiente	0,66		1	
Sub-total de la Potencia [VA]	693	0	2200	3300
Potencia [VA]	6193			
Coef. simultaneidad	1			
Potencia total [VA]	6193			

CONCLUSIÓN

Efectivamente la potencia máxima simultánea es superior en un 60% a la establecida para el **Grado de electrificación mínimo**; por lo cual se adopta un grado de electrificación medio.

EJEMPLO N° 3-02

Ejemplo propuesto

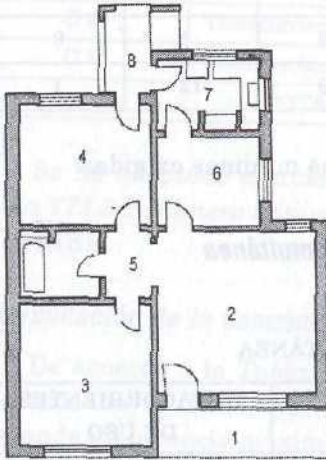


Figura N° A3.01

Proyectar la instalación eléctrica del inmueble destinado a una vivienda cuyos datos y disposición se indican mas abajo.

La resolución de este ejemplo deberá hacerse utilizando el texto completo de la Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles.

Los tipos de ambientes o dependencias con que cuenta y sus respectivas dimensiones se pueden ver en la Tabla N° A3-05, la disposición de los mismos se muestran en la Figura N° A3.01.

TABLA A3.05
DATOS DEL INMUEBLE

REF.	DEPENDENCIA	LARGO [m]	ANCHO [m]	SUPERFICIE [m ²]
1	Galería	1,40	4,70	6,58
2	Living-Comedor	4,40	4,40	19,36
3	Dormitorio N° 1	3,80	3,50	13,30
4	Dormitorio N° 2	3,20	3,30	10,56
5	Baño y Antebañó	3,50	1,80	6,30
6	Comedor diario	2,40	2,80	6,72
7	Cocina	1,90	2,80	5,32
8	Lavadero	2,30	1,30	2,99
Total				71,13

EJEMPLO N° 3-03

Se desea alimentar un motor eléctrico de corriente alterna mono-fásico con arranque a condensador, cuyas características son las siguientes:

Potencia en el eje:	0,75 CV
Tensión nominal:	220 V
Corriente nominal:	5,8 A
Rendimiento:	67 %
cos ϕ :	0,64
Velocidad:	1470 r.p.m.
Frecuencia:	50 Hz
Corriente de arranque:	30 A

Dicho motor se encuentra alimentado desde un tablero, ubicado a una distancia de 25 metros. Determinar la sección necesaria del cable de cobre, si se admite una caída de tensión máxima del 5 % (11 V) en funcionamiento y del 15 % (33 V) en el arranque.

Los tres cables (vivo, neutro y PE) se tenderán dentro de un caño empotrado en una pared de mampostería. Se utilizarán cables unipolares aislados en PVC con una tensión de servicio 450/750 V y serán fabricados según la norma IRAM 2183. En la tabla N° 2.02 (Capítulo N° 2) se dan las características eléctricas de los mismos.

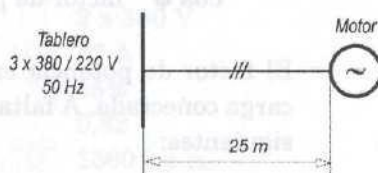


Figura N° A3.02

SOLUCIÓN

1. En la tabla de datos del cable antes mencionada, se puede observar que para una corriente de 5,8 A se puede utilizar sección de 1,5 mm², la cual admite una corriente de 15 A. Pero según la RIEI, la sección mínima que se debe emplear para una línea de uso específico debe ser de 2,5 mm², cuya resistencia es 7,98 ohm / km y tiene una corriente admisible de 21 A.

2. Se debe verificar que el cable con esta sección, permite funcionar en marcha normal al motor con una caída de tensión menor de la exigida del 5%, o sea 11 V.

La caída de tensión será:

$$\Delta U = k \times I \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \text{sen } \varphi) \quad [\text{volt}]$$

En donde:

ΔU	caída de tensión en volt
k	constante que será 2 para los sistemas monofásicos y 1,732 para los trifásicos
I	intensidad de la corriente de la línea en ampere
L	longitud del circuito en kilómetros
R	resistencia eléctrica del cable a la temperatura de servicio en ohm / km
X	reactancia de los cables en ohm / km
φ	ángulo de desfase entre la tensión y la corriente
$\cos \varphi$	factor de potencia

El factor de potencia en los circuitos utilizados depende de la carga conectada. A falta de valores precisos se pueden tomar los siguientes:

- cargas comunes: $\cos \varphi = 0,85$ y $\text{sen } \varphi = 0,53$
- durante el arranque de los motores: $\cos \varphi = 0,30$ y $\text{sen } \varphi = 0,95 = 1,97$

En este caso por tratarse de una carga monofásica no tendremos en cuenta el factor: $X \cdot \text{sen}$

Entonces reemplazando, tendremos:

$$\Delta U = 2 \times 5,8 \times (25 / 1000) \times 7,98 \times 0,85 = 1,97 \text{ volt}$$

$1,97 \text{ V} \equiv 0,89 \% < 5 \%$ por lo tanto se está en buenas condiciones

3. Dado que la corriente de arranque del motor es de 30 A y la admisible del cable es de 21 A, se hace necesario elegir una sección mayor que pueda conducir esta corriente. De la tabla

- Nº 2,02, una sección de 6 mm^2 tiene una corriente admisible de 32 A y una resistencia de 3,30 ohm/km.
4. Corresponde ahora verificar la caída de tensión en el arranque, de modo que tendremos:

$$U = 2 \times 30 \times (25 / 1000) \times 3,30 \times 0,30 = 1,48 \text{ volt}$$

$1,48 \text{ V} = 0,67\% < 5\%$ por lo tanto se está en buenas condiciones

5. La sección del cable que se adopta es de 6 mm^2 .

EJEMPLO Nº 3-04

Se debe determinar la sección del cable necesario para alimentar un motor eléctrico de corriente alternada trifásico con rotor en cortocircuito cuyas características son las siguientes:

Potencia en el eje:	7,5 CV
Tensión nominal:	3 x 380 V
Corriente nominal:	12 A
Rendimiento:	85%
cos ϕ :	0,82
Velocidad:	1500 r.p.m.
Frecuencia:	50 Hz
Corriente de arranque:	72 A
Sistema de arranque:	directo

Este motor se alimenta desde un tablero cuya tensión es de 3 x 380/220 V, 50 Hz, ubicado a una distancia de 50 metros.

Se utilizará un cable tetrapolar (R, S, T y PE) de cobre el cual se tenderán en una bandeja porta-cables. Se admite como temperatura ambiente 40°C , con lo cual no hace falta aplicar coeficientes de corrección.

El cable a utilizar tendrá un aislamiento de PVC del tipo energía con una tensión de aislamiento de 1,1 kV, fabricado y ensayado según la norma IRAM 2178.

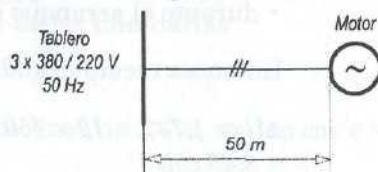


Figura Nº A3.03

En el capítulo N° 2 se encuentra la Tabla N° 2.05 con las características constructivas de este cable y en la tabla N° 2.04 se dan las características eléctricas.

La caída de tensión admitida en funcionamiento normal es del 5%, y del 10% para el arranque.

SOLUCIÓN

1. De la Tabla N° 2.05 para una sección de 2,5 mm² la corriente nominal es de 21 A.

Corresponde ahora verificar la caída de tensión de acuerdo a las características del cable elegido y la corriente nominal, utilizando la fórmula siguiente:

$$\Delta U = k \times I \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \text{sen } \varphi) \quad [\text{volt}]$$

En donde:

ΔU	caída de tensión en volt
k	constante que será 2 para los sistemas monofásicos y 1,732 para los trifásicos
I	intensidad de la corriente de la línea en ampere
L	longitud del circuito en kilómetros
R	resistencia eléctrica del cable a la temperatura de servicio en ohm / km
X	reactancia de los cables en ohm / km
φ	ángulo de desfasaje entre la tensión y la corriente
$\cos \varphi$	factor de potencia

El factor de potencia en los circuitos utilizados depende de la carga conectada. A falta de valores precisos se pueden tomar los siguientes:

- cargas comunes: $\cos \varphi = 0,85$ y $\text{sen } \varphi = 0,53$
- durante el arranque de los motores: $\cos \varphi = 0,30$ y $\text{sen } \varphi = 0,95$

Entonces reemplazando, tendremos:

$$\Delta U = 1,732 \times 12 \times (50 / 1000) \times (9,55 \times 0,85 + 0,099 \times 0,53) = 8,49 \text{ volt}$$

$8,49 \text{ V} \equiv 2,23\% < 5\%$ por lo tanto se está en buenas condiciones para el régimen normal

2. Ahora, se debe verificar la caída de tensión en el momento del arranque, donde la corriente que absorbe el motor es de 72 A y el porcentual de caída de tensión deberá ser no mayor al 15%.

$$\Delta U = 1,732 \times 72 \times (50 / 1000) \times (9,55 \times 0,30 + 0,099 \times 0,95) = 18,45 \text{ volt}$$

$18,45 \text{ V} = 4,85\% < 5\%$ por lo tanto se está en buenas condiciones para el régimen de arranque del motor

3. Por lo previamente analizado, la sección adoptada para realizar la alimentación del motor es de $2,5 \text{ mm}^2$.

EJEMPLO N° 3-05

Desde un tablero de $3 \times 380/220 \text{ V}$, 50 Hz se debe alimentar un sistema de alumbrado con lámparas de vapor de mercurio de 400 W, de acuerdo al esquema de la Figura N° A3.04

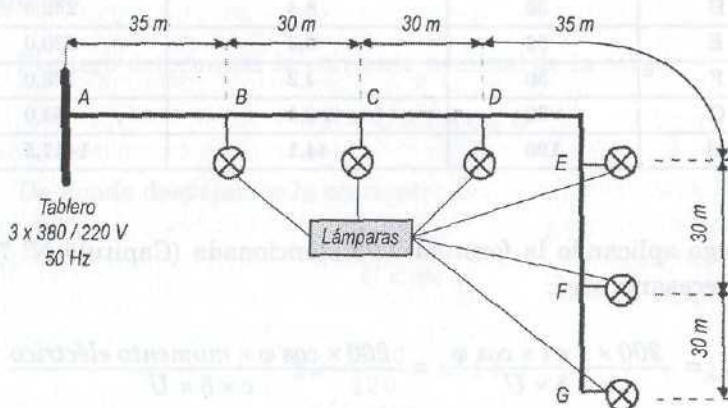


Figura N° A3.04.

Esquema de la distribución de las luminarias

Cada lámpara toma una corriente de línea de 2,1 A, con un $\cos \varphi = 0,85.7$

Se debe determinar la sección de los cables de cobre a colocar, admitiendo una caída de tensión en la lámpara más alejada del 3%.

La alimentación se prevé realizarla con un cable para energía tendido en forma subterránea tripolar (V, N y PE) y de la misma sección en todos los tramos.

SOLUCIÓN

Lo que varía en cada tramo es la corriente que ingresa al mismo y la longitud de dicho tramo, por lo tanto se deben calcular los productos de la intensidad de corriente por la longitud (*momento eléctrico*) y sumarlos, tal cual lo expresan los resultados de la tabla siguiente.

Tabla N° A3.06
LONGITUDES Y CORRIENTES

Tramo	Longitud [m]	Intensidad de corriente que ingresa al tramo [A]	Momento eléctrico $L \times I$ [A x m]
A - B	35	12,6	441,0
B - C	30	10,5	315,0
C - D	30	8,4	252,5
D - E	35	6,3	220,0
E - F	30	4,2	126,0
F - G	30	2,1	63,0
Total	190	44,1	1417,5

Luego aplicando la formula 7.09 mencionada (Capítulo N° 7), la sección necesaria será:

$$S_{bifilar} = \frac{200 \times I \times l \times \cos \varphi}{c \times \delta \times U} = \frac{200 \times \cos \varphi \times \text{momento eléctrico}}{c \times \delta \times U}$$

Reemplazando

$$S_{bifilar} = \frac{200 \cdot 0,85 \cdot 1.417,5}{3 \cdot 52 \cdot 220} = 7,02 \text{ mm}^2$$

La sección comercial y normalizada, superior es de 10 mm², que admite una corriente de 93 A, superior a la que circula por el tramo más comprometido. Por lo tanto la sección adoptada es de 10 mm²

EJEMPLO N° 3-06

Determinar el calibre de un interruptor bipolar destinado a proteger una línea que alimenta una carga de 1 300 W de lámparas incandescentes, distribuidas en varios circuitos. Este interruptor está montado en un tablero seccional y no comanda directamente la carga.

La tensión del circuito es de 220 V 50 Hz y la longitud de la línea alimentada por este interruptor es de aproximadamente 10 metros.

Datos

$$P = 1.300 \text{ W}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$L = 10 \text{ m (despreciable)}$$

$$\text{Cos } \phi = 1 \text{ (carga resistiva)}$$

$$\text{Tensión de alimentación: } 220 \text{ V } 50 \text{ Hz}$$

$$\text{Longitud: } 10 \text{ metros}$$

SOLUCIÓN

Primero determinar la corriente nominal de la carga

$$P = U \times I \times \cos \phi$$

De donde despejamos la corriente:

$$I = \frac{P}{U \times \cos \phi}$$

$$I = \frac{1300}{220} = 5,91 \text{ A}$$

La corriente consumida por la carga es de 5,91 A.

La conexión se realizará mediante cables unipolares con conductores de cobre y aislamiento de PVC para 450/750 V, Norma IRAM 2183.

Para determinar la sección desde el punto de vista térmico recurriremos a la Tabla N° 2.02 del Capítulo N° 2. En la misma podemos ver que tenemos que utilizar un cable cuya sección es de 1,5 mm², pero la sección mínima exigida por la RIEI es de 2,5 mm²

Para esta última sección la corriente admisible de 21 A.

El dispositivo de protección deben estar dispuestos para interrumpir toda corriente de sobre-carga en los cables ante que la misma provoque un daño por sobre elevación de la temperatura del aislamiento.

La característica de actuación de un dispositivo de protección contra las sobre-cargas debe satisfacer la siguiente condición

$$I_p \leq I_n \leq I_c$$

Donde:

I_p intensidad de corriente proyectada de la carga con la que fue diseñado el circuito

I_c intensidad de corriente admisible en régimen permanente por los cables o conductores a proteger

I_n intensidad de corriente nominal del dispositivo de protección

En este caso será:

$$5,91 \leq 10 \leq 21$$

El interruptor termo-magnético tiene que tener una corriente nominal de 10 A

La curva característica, dado que se trata de proteger un cable en un uso domiciliario sin limitaciones, será del tipo C. Tabla N° 3.01.

Se ha descartando la verificación por caída de tensión debido a su escaso largo del circuito y además es necesario señalar que, en el caso de que este interruptor se utilizara para comandar el encendido y apagado de las lámparas se hace necesario tener en cuenta la corriente de conexión de las mismas que es varias veces la nominal.

EJEMPLO N° 3.07

CÁLCULO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El problema consiste en determinar el sistema de iluminación de un local destinado a la fabricación de pastas artesanales.

Como aclaración del desarrollo siguiente, se destaca que los valores de los elementos componentes del sistema de iluminación (lámparas y luminarias) que se adopten son generales o sea que cuando el Lector quiera o tenga que resolver un problema concreto deberá consultar los parámetros de los elementos que va a utilizar.

Datos**Dimensiones**

Altura $c = 3,20$ m

Ancho $a = 8,66$ m

Largo $b = 25,00$ m

Superficie: $S = 8,66 \times 25 = 216,50$ m²

Colores

Color del techo: blanco

Color de las paredes: blanco

Color del piso: gris claro

Actividad a desarrollarse en el local

Fabricación de pastas alimenticias artesanales.

Plano del trabajo

Se toma como tal: 0,80 m lo que corresponde a la altura sobre el nivel del piso que tiene un mostrador.

Exigencias

De acuerdo a la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo (19.587) en su Anexo 4, tabla N° 2 podemos ver que para este tipo de actividad el valor mínimo de iluminación para el local de elaboración es 200 lux.

Dado que ese valor es mínimo, se decide adoptar como nivel de iluminación de 250 lux para mejorar las condiciones.

Resolución**Factores de reflexión**

De acuerdo a los colores de los pisos, paredes y techos se adoptan los siguientes valores para los factores de reflexión, tomados de la Tabla N° 4.01.

Techo: 0,80

Pared: 0,80

Piso: 0,30

• Curva de distribución de la luminaria

Para una luminaria con una curva de distribución aproximadamente como la indicada como A2, en la Tabla N° 4.02 para los valores de reflexión del ítem anterior y del índice del local, tendremos un rendimiento del local de 1,10.

Lámparas

Por la altura del local y las características de la actividad que requiere de un buen grado de reproducción del color se adoptaran lámparas del tipo fluorescentes, cuyas características son:

Potencia nominal:	36 Watt
Grado de reproducción del color Ra:	85
Temperatura color:	3 900 °K
Flujo luminoso:	3.300 lm a 25 °C
Color:	blanco-calido

Factor de conservación o de mantenimiento

Es de esperar que, por las características de la producción se mantenga el sistema de alumbrado en buenas condiciones, o sea reemplazando las lámparas que se queman de forma inmediata, en consecuencia:

$$f_c = 0,80$$

Luminarias

• Tipo constructivo

Este tipo de actividad exige que las lámparas queden confinadas dentro de la luminaria, para que en caso de rotura los vidrios no caigan sobre la materia prima o el producto que se esta elaborando.

La misma será del tipo directa.

• Factor de mantenimiento

De acuerdo al tipo constructivo de la luminaria y de sus datos se adoptará un factor de rendimiento de la luminaria de 0,70.

• Montaje de la luminaria

Las luminarias se fijarán directamente a la superficie inferior del techo.

Cálculos

• Índice del local

$$k = \frac{ab}{c(a+b)} = \frac{8,66 \times 25,00}{3,20(8,66 + 25,00)} = 2,00$$

• Rendimiento del local

De la Tabla N° 4.02 obtenemos el valor:

$$\eta_R = 1,10$$

• Rendimiento de la luminaria

Dato obtenido del fabricante:

$$\eta_L = 0,75$$

• Rendimiento de la iluminación

$$\eta = \eta_R \leftrightarrow \eta_L = 1,10 \quad 0,75 = 0,825$$

• Factor de conservación o mantenimiento

Suponiendo que se tendrá que se efectuará un mantenimiento relativamente bueno, al menos cambiando cada lámpara que deja de funcionar y reemplazando el conjunto al final de su vida útil.

$$f_c = 0,7$$

• Flujo luminoso total necesario

$$\frac{Em \times S}{\eta f_c} = \frac{250 \times 216,5}{0,825 \times 0,7} = 93\,723 \text{ lm}$$

• Número de luminarias

Cada luminaria tiene dos lámparas de 36 W cada una.

$$\text{Número de luminarias} = \frac{93\,723}{2 \times 3\,300} = 14,20 \text{ luminarias}$$

Se adoptan 15 luminarias a los fines de obtener una distribución que sea uniforme.

• Distribución de las luminarias

Dada las características del local (un rectángulo) se hace una distribución como la indicada en la Figura N° A3.05.

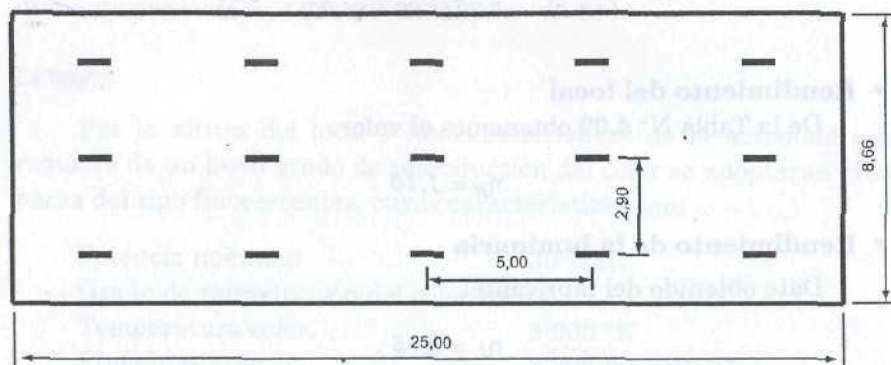


Figura N° A3.05.
Distribución de las luminarias

• Potencia eléctrica

Considerando que cada lámpara tiene su propio balasto y el mismo consume un 10 % de la potencia de la lámpara tendremos:

$$P = \text{Potencia de la lámpara} \times \text{número de lámparas} \times 1,10$$

$$P = 2 \times 15 \times 36 \times 1,10 = 1\,188 \text{ watt}$$

• Circuitos

A los fines de poder permitir un encendido parcial de las luminarias y para evitar una elevada corriente de conexión, se divide el número de luminarias en 3, con lo cual quedarían 3 circuitos con 5 luminarias cada uno de ellos.

Esta división puede hacer también desde el punto de vista del funcionamiento del proceso dentro del local u otra forma que el Cliente prefiera.

• Corriente nominal de las lámparas y de las luminarias

Consumo de cada lámpara

$$I = \frac{\text{Potencia nominal de la lámpara [W]} + \text{consumo del equipo auxiliar (10\%)}}{\text{Tensión nominal [V]} \times \text{coseno } \phi} \text{ [A]}$$

$$I = \frac{36 \times 1,1}{220 \times 0,85} = 0,21 \text{ A}$$

Consumo de cada luminaria con dos lámparas

$$I = 0,21 \times 2 = 0,42 \text{ A}$$

Consumo de cada circuito

Si cada uno tiene 5 luminarias:

$$I = 0,42 \times 5 = 2,10 \text{ A}$$

• Cables

Los cables a emplear serán del tipo de simple aislamiento con una tensión de 750 V con conductores de cobre.

Dado que en cada circuito hay 5 luminarias, la corriente de cada circuito es de 2,10 ampere.

La sección del cable a utilizar deberá ser entonces de 2,5 mm².

Que es la sección mínima a utilizar de acuerdo a la RIEI y tiene capacidad para conducir 21 ampere.

• Interruptores

Corriente nominal

Por tratarse de un área laboral, el encendido de las luminarias se realizará directamente desde el tablero, mediante el empleo de interruptores automáticos termo-magnéticos.

De acuerdo a lo establecido en la RIEI (ítem 771.19.2) la protección contra sobrecargas deberá ajustarse a la siguiente condición:

$$I_p \leq I_n \leq I_c$$

En donde:

I_p intensidad de la corriente de carga

I_c intensidad admisible en régimen permanente del cable a proteger

I_n intensidad nominal del dispositivo de protección

En cada uno de los circuitos será:

$$2,10 \leq I_n \leq 21$$

Siendo el calibre de cada uno de ellos: 6 ampere

Curva característica

Las características de las curvas de protección de los interruptores termo-magnético C se deben utilizar para la protección de conductores, uso domiciliario sin limitaciones y uso industrial sin limitaciones.

En consecuencia es la que se adopta.

• Circuito unifilar

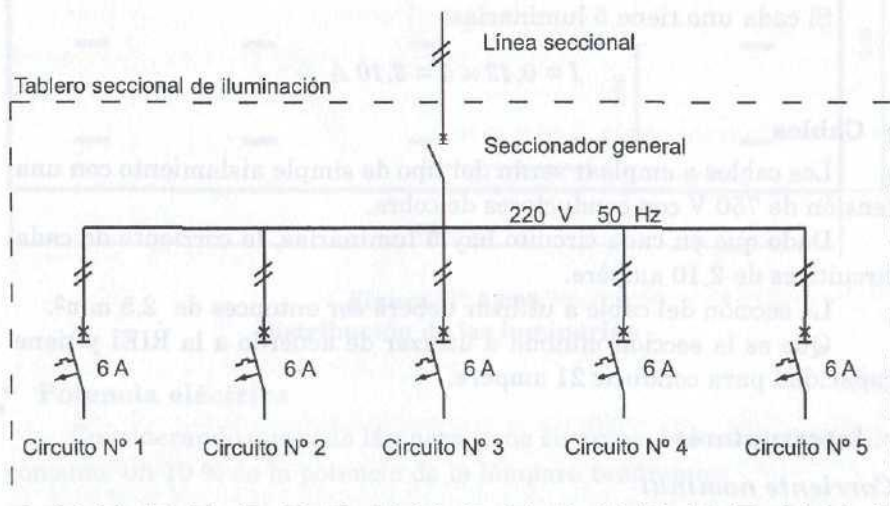


Figura N° A3.06.
Circuito unifilar

• Gabinete del tablero





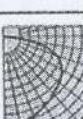

El gabinete a emplear será del tipo que se mostró en el capítulo 3. De fabricación estándar que permite el montaje sobre riel tipo DIN, de los interruptores termo-magnético. Por ejemplo, el que se muestra en la figura N° 3.51 o 3.52.

Nota

En este ejemplo no se ha tenido en cuenta los tomacorrientes así como las alimentaciones a las máquinas que se utilizan para el proceso.

TABLA N° A3.07
FACTORES DE REFLEXIÓN DE DISTINTOS COLORES
Y MATERIALES PARA LA LUZ BLANCA

Color	Factor de reflexión	Color	Factor de reflexión
Blanco	0,70-0,85	Mortero claro	0,35-0,55
Techo acústico blanco, según orificios	0,50-0,65	Mortero oscuro	0,20-0,30
Gris claro	0,40-0,50	Hormigón claro	0,30-0,50
Gris oscuro	0,10-0,20	Hormigón oscuro	0,15-0,25
Negro	0,03-0,07	Arenisca clara	0,30-0,40
Crema, amarillo claro	0,50-0,75	Arenisca oscura	0,15-0,25
Marrón claro	0,30-0,40	Ladrillo claro	0,30-0,40
Marrón oscuro	0,10-0,20	Ladrillo oscuro	0,15-0,25
Rosa	0,45-0,55	Mármol blanco	0,60-0,70
Rojo claro	0,30-0,50	Granito	0,15-0,25
Rojo oscuro	0,10-0,20	Madera clara	0,30-0,50
Verde claro	0,45-0,65	Madera oscura	0,10-0,25
Verde oscuro	0,10-0,20	Espejo de vidrio plateado	0,80-0,90
Azul claro	0,40-0,55	Aluminio mate	0,55-0,60
Azul oscuro	0,05-0,15	Aluminio anodizado y abrillantado	0,80-0,85
		Acero pulido	0,55-0,65

Luminaria	Techo	ρ_1	0,8			0,5		0,8			0,5		0,3
	Pared	ρ_2	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3
	Suelo	ρ_3	0,3						0,1				
Indice del local K													
A 1		0,6	0,80	0,65	0,54	0,80	0,55	0,81	0,68	0,78	0,88	0,68	0,68
		0,8	0,89	0,84	0,84	0,70	0,85	0,70	0,85	0,87	0,72	0,88	0,75
		1	0,75	0,70	0,70	0,76	0,71	0,77	0,71	0,93	0,79	0,72	0,80
		1,25	0,81	0,76	0,75	0,82	0,77	0,83	0,78	0,97	0,86	0,79	0,84
		1,5	0,84	0,79	0,79	0,86	0,81	0,87	0,82	0,99	0,90	0,83	0,87
		2	0,89	0,85	0,84	0,91	0,86	0,93	0,88	1,02	0,97	0,90	0,90
A 1.1		0,6	0,93	0,74	0,70	0,74	0,69	0,89	0,73	0,70	0,72	0,68	0,82
		0,8	1,01	0,82	0,77	0,81	0,78	0,94	0,78	0,77	0,80	0,76	0,93
		1	1,05	0,88	0,82	0,86	0,82	0,98	0,83	0,82	0,84	0,81	1,00
		1,25	1,10	0,93	0,88	0,91	0,87	1,01	0,90	0,88	0,88	0,85	1,06
		1,5	1,13	0,97	0,92	0,94	0,90	1,03	0,93	0,89	0,92	0,88	1,09
		2	1,17	1,03	0,97	0,99	0,95	1,05	0,97	0,93	0,95	0,92	1,14
A 1.2		0,6	0,72	0,48	0,42	0,47	0,42	0,68	0,47	0,41	0,47	0,41	0,40
		0,8	0,85	0,61	0,54	0,59	0,53	0,80	0,59	0,53	0,58	0,52	0,52
		1	0,94	0,69	0,62	0,67	0,61	0,87	0,67	0,61	0,65	0,60	0,59
		1,25	1,01	0,78	0,71	0,75	0,69	0,92	0,75	0,68	0,73	0,68	0,66
		1,5	1,05	0,83	0,76	0,80	0,74	0,98	0,80	0,73	0,77	0,72	0,71
		2	1,11	0,91	0,84	0,87	0,81	1,00	0,88	0,80	0,84	0,79	0,78
A 2		0,6	0,63	0,39	0,33	0,39	0,33	0,61	0,38	0,34	0,37	0,33	0,32
		0,8	0,78	0,53	0,45	0,51	0,45	0,74	0,51	0,45	0,50	0,45	0,44
		1	0,88	0,62	0,54	0,60	0,54	0,82	0,60	0,53	0,58	0,53	0,52
		1,25	0,95	0,71	0,63	0,68	0,62	0,88	0,68	0,62	0,66	0,60	0,60
		1,5	1,02	0,78	0,70	0,76	0,69	0,93	0,75	0,68	0,72	0,68	0,68
		2	1,10	0,89	0,81	0,85	0,78	0,98	0,83	0,77	0,80	0,77	0,74
A 2.1		0,6	0,61	0,36	0,29	0,35	0,29	0,58	0,33	0,29	0,35	0,29	0,28
		0,8	0,74	0,47	0,39	0,45	0,38	0,69	0,46	0,39	0,45	0,38	0,37
		1	0,82	0,55	0,46	0,52	0,45	0,77	0,53	0,45	0,51	0,44	0,45
		1,25	0,90	0,63	0,54	0,61	0,53	0,82	0,61	0,53	0,59	0,53	0,51
		1,5	0,95	0,69	0,60	0,68	0,59	0,87	0,67	0,59	0,64	0,57	0,56
		2	1,02	0,79	0,70	0,75	0,68	0,92	0,75	0,67	0,72	0,65	0,64
A 2.1		0,6	0,81	0,63	0,54	0,61	0,53	0,82	0,61	0,53	0,59	0,53	0,51
		0,8	0,95	0,69	0,60	0,68	0,59	0,87	0,67	0,59	0,64	0,57	0,56
		1	1,02	0,79	0,70	0,75	0,68	0,92	0,75	0,67	0,72	0,65	0,64
		1,25	1,08	0,87	0,78	0,81	0,74	0,96	0,81	0,73	0,77	0,72	0,70
		1,5	1,13	0,93	0,84	0,86	0,79	0,99	0,85	0,78	0,81	0,76	0,75
		2	1,17	1,01	0,92	0,94	0,87	1,02	0,90	0,85	0,88	0,83	0,81

TABLAS N° A3.08 (Continuación)

Luminaria	Techo	ρ_1	0,8			0,5		0,8			0,5		0,3
	Pared	ρ_2	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	
	Suelo	ρ_3	0,3						0,1				
Indice del local K													
A 3		0,6	0,51	0,23	0,17	0,24	0,16	0,48	0,23	0,18	0,22	0,16	0,16
		0,8	0,65	0,36	0,27	0,36	0,28	0,61	0,34	0,28	0,34	0,28	0,26
		1	0,76	0,47	0,36	0,45	0,37	0,70	0,44	0,37	0,42	0,36	0,35
		1,25	0,87	0,57	0,48	0,54	0,46	0,80	0,55	0,47	0,52	0,45	0,44
		1,5	0,95	0,66	0,56	0,62	0,55	0,86	0,64	0,56	0,60	0,53	0,52
		2	1,05	0,79	0,69	0,75	0,67	0,94	0,75	0,68	0,72	0,66	0,64
		2,5	1,11	0,88	0,79	0,83	0,76	0,99	0,82	0,76	0,79	0,74	0,72
3	1,15	0,94	0,86	0,89	0,82	1,02	0,87	0,81	0,83	0,78	0,77		
4	1,20	1,03	0,95	0,95	0,89	1,04	0,93	0,88	0,89	0,85	0,84		
5	1,23	1,09	1,01	1,00	0,94	1,05	0,96	0,92	0,92	0,88	0,88		
B 2		0,6	0,51	0,30	0,22	0,26	0,21	0,48	0,29	0,23	0,26	0,21	0,20
		0,8	0,62	0,36	0,29	0,34	0,27	0,58	0,35	0,30	0,33	0,27	0,26
		1	0,70	0,43	0,35	0,39	0,32	0,64	0,41	0,35	0,38	0,31	0,30
		1,25	0,76	0,50	0,41	0,44	0,37	0,70	0,48	0,40	0,43	0,36	0,34
		1,5	0,82	0,56	0,47	0,48	0,42	0,74	0,54	0,45	0,47	0,40	0,37
		2	0,90	0,65	0,56	0,55	0,48	0,79	0,61	0,54	0,53	0,47	0,42
		2,5	0,95	0,72	0,62	0,60	0,53	0,83	0,67	0,60	0,57	0,51	0,46
3	0,99	0,77	0,68	0,64	0,57	0,85	0,71	0,65	0,60	0,55	0,50		
4	1,04	0,86	0,77	0,70	0,63	0,87	0,76	0,71	0,66	0,60	0,55		
5	1,07	0,91	0,84	0,73	0,67	0,90	0,80	0,75	0,68	0,64	0,58		
B 3		0,6	0,53	0,27	0,22	0,27	0,21	0,51	0,27	0,22	0,26	0,21	0,20
		0,8	0,66	0,39	0,32	0,36	0,30	0,62	0,38	0,31	0,35	0,29	0,28
		1	0,75	0,47	0,39	0,43	0,36	0,69	0,46	0,38	0,42	0,36	0,34
		1,25	0,82	0,56	0,46	0,50	0,43	0,75	0,53	0,45	0,48	0,42	0,40
		1,5	0,88	0,61	0,52	0,55	0,49	0,80	0,59	0,51	0,54	0,47	0,45
		2	0,96	0,72	0,63	0,64	0,58	0,86	0,67	0,60	0,61	0,56	0,52
		2,5	1,02	0,80	0,71	0,70	0,64	0,90	0,73	0,67	0,68	0,61	0,57
3	1,05	0,85	0,76	0,74	0,68	0,92	0,77	0,71	0,69	0,65	0,60		
4	1,09	0,92	0,84	0,79	0,74	0,94	0,83	0,77	0,74	0,70	0,65		
5	1,12	0,97	0,89	0,83	0,78	0,96	0,86	0,81	0,78	0,73	0,68		
B 4		0,6	0,51	0,25	0,18	0,24	0,18	0,48	0,25	0,19	0,23	0,18	0,17
		0,8	0,62	0,34	0,26	0,32	0,25	0,58	0,33	0,26	0,31	0,25	0,24
		1	0,71	0,41	0,32	0,36	0,31	0,64	0,40	0,32	0,37	0,30	0,29
		1,25	0,78	0,48	0,39	0,44	0,37	0,71	0,47	0,39	0,43	0,35	0,34
		1,5	0,83	0,54	0,45	0,49	0,41	0,75	0,53	0,44	0,47	0,40	0,38
		2	0,91	0,64	0,54	0,57	0,49	0,81	0,60	0,52	0,55	0,47	0,45
		2,5	0,96	0,72	0,61	0,63	0,55	0,85	0,66	0,59	0,59	0,53	0,49
3	0,99	0,77	0,67	0,67	0,59	0,88	0,70	0,63	0,63	0,57	0,52		
4	1,04	0,85	0,75	0,72	0,66	0,91	0,77	0,69	0,67	0,62	0,57		
5	1,07	0,90	0,81	0,78	0,70	0,92	0,80	0,73	0,70	0,66	0,60		
C 2		0,6	0,51	0,27	0,21	0,23	0,18	0,48	0,27	0,20	0,23	0,19	0,18
		0,8	0,62	0,36	0,29	0,32	0,26	0,58	0,34	0,28	0,31	0,26	0,24
		1	0,70	0,44	0,36	0,38	0,32	0,64	0,41	0,34	0,37	0,31	0,27
		1,25	0,77	0,50	0,41	0,43	0,37	0,70	0,48	0,41	0,42	0,36	0,33
		1,5	0,83	0,56	0,47	0,47	0,41	0,75	0,54	0,46	0,46	0,40	0,36
		2	0,91	0,66	0,57	0,55	0,48	0,80	0,62	0,55	0,53	0,46	0,41
		2,5	0,96	0,74	0,64	0,60	0,54	0,84	0,68	0,61	0,57	0,51	0,46
3	0,99	0,79	0,69	0,63	0,58	0,87	0,72	0,66	0,60	0,55	0,48		
4	1,04	0,87	0,78	0,69	0,64	0,90	0,78	0,72	0,64	0,60	0,53		
5	1,07	0,92	0,84	0,72	0,67	0,91	0,80	0,76	0,67	0,63	0,55		
C 3		0,6	0,47	0,21	0,14	0,20	0,13	0,46	0,20	0,15	0,19	0,14	0,13
		0,8	0,58	0,30	0,22	0,27	0,21	0,55	0,29	0,22	0,26	0,20	0,19
		1	0,66	0,37	0,28	0,32	0,26	0,61	0,36	0,27	0,32	0,25	0,23
		1,25	0,73	0,43	0,33	0,38	0,30	0,67	0,42	0,33	0,36	0,29	0,27
		1,5	0,78	0,49	0,39	0,43	0,35	0,71	0,47	0,38	0,41	0,33	0,31
		2	0,87	0,60	0,49	0,51	0,43	0,77	0,56	0,47	0,49	0,41	0,37
		2,5	0,92	0,68	0,57	0,58	0,49	0,81	0,61	0,54	0,54	0,46	0,42
3	0,96	0,74	0,63	0,60	0,53	0,85	0,66	0,59	0,57	0,50	0,46		
4	1,01	0,82	0,72	0,65	0,60	0,88	0,72	0,66	0,62	0,55	0,51		
5	1,05	0,87	0,78	0,70	0,64	0,90	0,77	0,70	0,65	0,60	0,54		

APÉNDICE 4

EQUIVALENCIAS DE USO PRÁCTICO EN ELECTRICIDAD

1. Longitud

1 metro	=	39,37 pulgada
1 metro	=	3,280 pie
1 pulgada	=	0,0254 metro
1 pie	=	0,3048 metro
1 pie	=	12,00 pulgada
1 milla terrestre	=	1 609,3 metros = 1,6093 km
1 milla náutica	=	1 852 metros = 1,8520 km

2. Superficie

1 metro cuadrado	=	1,555 pulgada cuadrada
1 metro cuadrado	=	10,764 pie cuadrado
1 pulgada cuadrada	=	$6,4516 \times 10^{-6}$ metro cuadrado
1 pie cuadrado	=	0,092903 metro cuadrado
1 pie cuadrado	=	144 pulgada cuadrada
1 circular mil	=	$5,0671 \times 10^{-4}$ milímetro cuadrado

3. Volumen

1 metro cúbico	=	$61,024 \times 10^{-3}$ pulgada cúbica
1 metro cúbico	=	35,315 pie cúbico
1 pulgada cúbica	=	$16,387 \times 10^{-6}$ metro cúbico
1 pie cúbico	=	1,728 pulgada cúbica
1 pie cúbico	=	$28,317 \times 10^{-3}$ metro cúbico

4. Peso

1 kilogramo	=	35,274 onza
1 kilogramo	=	2,2046 libra
1 onza	=	0,02835 kilogramo
1 libra	=	0,45359 kilogramo

5. Fuerza

1 newton	=	0,010197 kilogramo fuerza
1 newton	=	0,22481 libra fuerza
1 kilogramo fuerza	=	9,80665 newton
1 libra fuera	=	4,4482 newton
1 libra fuerza	=	0,45339 kilogramo fuerza
1 dina	=	10^{-5} newton

APÉNDICE 5

VALORES PRÁCTICOS

Es muy común que los profesionales (ingenieros, arquitectos, técnicos, peritos, operadores, etc.) necesiten reemplazar en las fórmulas matemáticas derivadas de la teoría, los valores de ciertos factores o elementos empleados en esta profesión.

Por tal causa, los manuales de ingeniería y también muchos libros de texto, incluyen tablas con listas de valores atribuibles a los materiales, sistemas y equipos, en forma tal que el profesional pueda elegir el valor que necesita.

Por ello es recomendable que el estudiante de ingeniería se acostumbre a emplear las tablas de valores característicos, para aplicarlas en la resolución de problemas que se le presentan en las clases prácticas, o en los trabajos de laboratorio.

Valores prácticos de la física

Aceleración de la gravedad

Para las aplicaciones prácticas comunes, alcanza con tomar: $g = 9,81 \text{ m} / \text{s}^2$

Fuerza y masa

$$\text{Fuerza} = \text{Masa} \times \text{aceleración}$$

$$F = M \times a$$

$$1 \text{ newton (N)} = 1 \text{ kilogramo-masa (kg)} \times 1 \text{ metro por segundo}^2 (\text{m} / \text{s}^2)$$

Recordamos que la fuerza (el peso es un caso particular de una fuerza) y la masa son conceptos distintos.

$$\text{Peso} = \text{Fuerza} = \text{Masa} \times \text{Aceleración de la gravedad}$$

$$1 \text{ kilogramo-peso (kgf)} = 1 \text{ kilogramo-masa (kg)} \times 9,81 \text{ m} / \text{s}^2$$

$$1 \text{ kilogramo-masa (kg)} = \frac{1 \text{ kilogramo-peso (kgf)}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

Nota: se aconseja emplear el símbolo **kg** que indican las normas, en general, así se trate de *kilogramo-fuerza* como *kilogramo-masa*. Solamente, en caso de posible confusión por estar ambas unidades en un mismo razonamiento o fórmula, emplearemos *kgf* para el kilogramo-fuerza, que es igual al kilogramo-peso. Esto se corresponde con lo previsto en la norma IRAM n° 2 de mayo 1971.

Reemplazando nos queda finalmente:

$$1 \text{ kilogramo-fuerza } kgf = 1 \text{ kilogramo-peso} \cong 9,81 \text{ Newton}$$

$$1 \text{ kilogramo-peso equivale, aproximadamente, a } 10 \text{ newton}$$

Potencia, energía y cupla

Aclaración: la cupla es el par de fuerzas aplicadas a un brazo de palanca. En algunos casos, se le dice "torque", que es la misma palabra en idioma inglés, vocablo que no debe usarse. Las normas IRAM argentinas recomiendan usar simplemente el vocablo "par"

La potencia y la energía quedan vinculadas entre sí por medio de las siguientes expresiones:

Energía (o trabajo)

$$\text{Energía} = \text{Potencia} \times \text{Tiempo}$$

$$W = P \times t$$

$$1 \text{ joule (J)} = 1 \text{ watt (W)} \times 1 \text{ segundo (s)} = 1 \text{ (Ws)}$$

$$1 \text{ kilo-watt (kW)} = 1\,000 \text{ watt (W)} = 10^3 \text{ watt (W)}$$

$$1 \text{ hora} = 3\,600 \text{ segundo} = 3,6 \times 10^3 \text{ segundo}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ kilo-watt-hora (kWh)} &= 1.000 \text{ watt (W)} \times 1 \text{ hora (h)} = \\ &= 3,6 \times 10^6 \text{ watt-segundo (Ws)} \end{aligned}$$

Para sistemas giratorios, usamos la expresión derivada del estudio en Física de los cuerpos rotantes en dinámica del sólido. Por su importancia práctica, procedamos a demostrar la expresión.

Según el sistema de unidades **MKSA** la potencia debe estar dada en *watt (w)*, la cupla (o par) en *newton-metro (Nm)* y la velocidad de rotación en *radianes / segundo (s⁻¹)* pasamos todo a unidades prácticas y tenemos:

$$\text{Potencia mecánica} = p_m = 1,0260 \text{ C N} \cong 1,03 \text{ C N}$$

Donde:

P = Potencia en watt (W)

C = Cupla (o par) en kilogramo-peso por metro (kgf-m)

N = Velocidad de rotación, en revoluciones por minuto (RPM)

Potencia mecánica

- Sistema métrico

$$1 \text{ Caballo} \times \text{vapor (CV)} = 75 \frac{\text{kgf} \times \text{m}}{\text{s}} = 0,735 \text{ kiloWatt (kW)}$$

- Sistema inglés

$$1 \text{ Horse-power (HP)} = 550 \frac{\text{libras} - \text{pie}}{\text{s}} = 0,746 \text{ kiloWatt (kW)}$$

- Sistema inglés de medidas

El sistema inglés emplea el pie (ft), la libra (lb) y el segundo (s) como unidades fundamentales. Para el caso de ser necesario, la tabla siguiente permite conocer las conversiones.

TABLA DE CONVERSIÓN ENTRE UNIDADES INGLESAS Y MÉTRICAS

Cantidad	Unidad inglesa	Símbolo	Equivalencias	
			Métrico	Recíproco
Longitud	1 pie	ft	30,48 cm	0,0328084
	1 pulgada	in.	25,4 cm	0,0393701
Área	1 pie cuadrado	ft ²	9,29030 x 10 ² cm ²	0,0107639 x 10 ⁻²
	1 pulgada cuadrada	in. ²	6,4516 x 10 ² mm ²	0,155000 x 10 ⁻²
Volumen	1 pie cúbico	ft ³	0,0283168 m ³	35,3147
Masa	1 libra (avdp)	lb	0,45359237 kg	2,20462
Densidad	1 libra por pie cúbico	lb / ft ³	16,0185 kg / m ³	0,062428
Velocidad	1 pie por segundo	ft / s	0,3048 m / s	3,28084
Fuerza	1 poundal	pdl	0,138255 N	7,23301
Trabajo, energía	1 poundal-pie	ft.pdl	0,0421401 J	23,7304
Potencia	1 caballo de potencia	hp	745,7 W	0,00134102
Temperatura	grado F	°F	5 (t - 32) / 9 °C	—————

VALORES PRÁCTICOS PARA INGENIERÍA MECÁNICA

Temperaturas

Pueden medirse en: $^{\circ}t$ = en grados centígrados o en $^{\circ}F$ = en grados Fahrenheit

- Temperatura en grados centígrados: $^{\circ}t = (^{\circ}F \times 32) \times \frac{5}{9}$
- Temperatura en grados Fahrenheit: $^{\circ}F = 32 + \frac{9}{5} ^{\circ}C$

Unidades de cantidad de calor

1 Caloría (C) es la cantidad de calor necesaria para calentar 1 kgf de agua de 14 $^{\circ}C$ a 15 $^{\circ}C$. La unidad de calor en el sistema inglés es la British Thermal Unit (BTU). Es la cantidad de calor para elevar 1 $^{\circ}F$ la cantidad de 1 lb de agua.

La equivalencia es:

$$1 \text{ BTU} = 0,252 \text{ C}$$

VALORES PRÁCTICOS PARA INGENIERÍA ELÉCTRICA

Valores importantes del cobre

Resistividad del cobre recocido patrón internacional a 20 $^{\circ}$, en ohm

$$0,017241 \Omega \frac{mm^2}{m}$$

Conductividad del cobre recocido patrón internacional a 20 $^{\circ}$, en siemen

$$58 \text{ S} \frac{m}{mm^2}$$

Composición del cobre electrolítico comercial

$$C_u \text{ 99,9\%}$$

Peso específico del cobre electrolítico comercial

$$8,89 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

Coefficientes de temperatura a 20° C y 100% de pureza

$$\alpha = 0,00393; \beta = 0,587 \leftrightarrow 10^{-6}$$

Temperatura máxima de trabajo 700° C

Punto de fusión, sin aire 1.083° C

Calor específico a 18° C $0,011 \frac{\text{kCal}}{\text{kg} \times ^\circ\text{C}}$

Carga de rotura a la tracción 20 a 44 $\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$

Dureza Brinell 38 a 90 $\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$

Conductividad térmica entre 20° C y 100° C

$$0,094 \frac{\text{kCal}}{\text{m} \times \text{s} \times ^\circ\text{C}}$$

Valores importantes del aluminio

Aluminio para conductores eléctricos 99,5% de Al

Aleaciones de aluminio para conductores de líneas aéreas 98,5% de Al

Peso específico $2,7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

Resistividad a 20° C del aluminio recocido trafilado

$$0,274 \text{ a } 0,200 \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Conductividad a 20° C del aluminio recocido trafilado

$$36,5 \text{ a } 35,7 S \frac{m}{mm^2}$$

Carga de rotura a la tracción $7 \text{ a } 34 \frac{kg}{mm^2}$

Punto de fusión $610^{\circ} C \text{ a } 658^{\circ} C$

Dureza Brinell $15 \text{ a } 100 \frac{kg}{mm^2}$

APÉNDICE 6

**Advertencias sobre el uso
del CD que acompaña
a esta edición**

MACSHA ie (Instalaciones Eléctricas) - Versión Sobrevila - Farina

Es el Programa que acompaña al presente Libro y esta dedicado al Cálculo y Diseño de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión.

Los Métodos de Cálculo y Diseño se basan en la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles, de la *Asociación Electrotécnica Argentina* y las correspondientes Normas IRAM e IEC, actualmente en vigencia.

MACSHA ie está desarrollado a efectos de facilitar las tareas de Ingenieros, Arquitectos, Técnicos, Projectistas y Matriculados Electricistas.

Sus principales características son:

- ▶ Calcula y Dimensiona Conductores, Protecciones y Canalizaciones (Cañerías, Bandejas y Conductos).
- ▶ Genera Automáticamente el Esquema Unifilar de Tableros Principales y Seccionales.
- ▶ Redacta la Memoria Técnica del Proyecto.
- ▶ Realiza el Cómputo de Materiales.
- ▶ Completa las Planillas para la Habilidadación de la Instalación.

El Software se comercializa en 4 versiones diferentes las cuales se detallan a continuación:

Versión Sobrevila - Farina

Esta versión se comercializa EXCLUSIVAMENTE con el libro de **Instalaciones Eléctricas** de **Antonio Sobrevila - Alberto Luis Farina** de la Editorial y Librería **Alsina**.

Sus principales características son:

- ▶ Potencia Máxima: **10 Kw.**
- ▶ Líneas Seccionales Máximas: **5**
- ▶ Líneas de Circuito Máximas: **15**

Herramientas que la acompañan:

- ▶ Calculadora.
- ▶ Editor de Texto.
- ▶ Conversor de Unidades.
- ▶ Cálculos Electrotécnicos.
- ▶ **MACSHA pi** (versión inicial). Programa dedicado a la ejecución de planos eléctricos.

Versión Técnico

Esta versión cuenta con más Herramientas y la posibilidad de definir una mayor cantidad de Líneas Seccionales y de Circuito así como también soporta una mayor Potencia en la Instalación Eléctrica. Está diseñada para cumplir con las necesidades de Electricistas Matriculados de Nivel Técnico, etc.

Sus principales características son:

- ▶ Potencia Máxima: **50 Kw.**
- ▶ Líneas Seccionales Máximas: **20**
- ▶ Líneas de Circuito Máximas: **60**

Herramientas que la acompañan:

- ▶ Calculadora.
- ▶ Editor de Texto.
- ▶ Conversor de Unidades.
- ▶ Cálculos Electrotécnicos.
- ▶ Cálculo de Puesta a Tierra.
- ▶ Cálculo Luminotécnico de Locales.
- ▶ Corrección del Factor de Potencia.
- ▶ Dimensionamiento Térmico de Tableros Plásticos.
- ▶ Protección Fusibles.
- ▶ **MACSHA pl** (versión avanzado). Programa dedicado a la ejecución de planos eléctricos.

Versión Profesional

Esta versión posee límites de Potencia más altos, así como también una mayor cantidad de Herramientas disponibles. Está diseñada para cumplir con los requisitos de Ingenieros, Arquitectos, etc.

Sus principales características son:

- ▶ Potencia Máxima: **200 Kw.**
- ▶ Líneas Seccionales Máximas: **100**
- ▶ Líneas de Circuito Máximas: **300**

Herramientas que la acompañan:

- ▶ Calculadora.
- ▶ Editor de Texto.
- ▶ Conversor de Unidades.
- ▶ Cálculos Electrotécnicos.
- ▶ Cálculo de Puesta a Tierra.

- ▶ Cálculo de Alumbrado Público.
- ▶ Cálculo Luminotécnico de Locales.
- ▶ Corrección del Factor de Potencia.
- ▶ Dimensionamiento Térmico de Tableros Plásticos.
- ▶ Protección Fusibles.
- ▶ Corriente de Cortocircuito.
- ▶ Corrección por Corrientes Armónicas.
- ▶ Dimensionamiento de Barras.
- ▶ Características de Motores.
- ▶ Selectividad de Protecciones.
- ▶ **MACSHA pl** (versión profesional). Programa dedicado a la ejecución de planos eléctricos.

Versión Profesional + +

La novedad de esta versión es la adición de un Módulo de Cálculo de Instalaciones de Fuerza Motriz que realiza las mismas operaciones que se ejecutan para el Cálculo de una Instalación Eléctrica Domiciliaria. A su vez a ésta versión la acompaña una nueva Herramienta para la Determinación y Resolución de Instalaciones de Pararrayos.

Sus principales características son:

- ▶ Potencia Máxima: **200 Kw.**
- ▶ Líneas Seccionales Máximas: **100**
- ▶ Líneas de Circuito Máximas: **300**

Herramientas que la acompañan:

- ▶ Calculadora.
- ▶ Editor de Texto.
- ▶ Conversor de Unidades.
- ▶ Cálculos Electrotécnicos.
- ▶ Corriente de Cortocircuito.
- ▶ Cálculo de Puesta a Tierra.
- ▶ Cálculo Luminotécnico de Locales.
- ▶ Cálculo de Alumbrado Público.
- ▶ Corrección del Factor Potencia.
- ▶ Corrección por Corrientes Armónicas.
- ▶ Dimensionamiento de Barras.
- ▶ Dimensionamiento Térmico de Tableros Plásticos.
- ▶ Características de Motores.
- ▶ Selectividad de Protecciones.
- ▶ Protección Fusibles.
- ▶ Cómputo de Materiales.
- ▶ Determinación y Resolución de Instalaciones de Pararrayos.

- ▶ **MACSHA pl** (versión profesional). Programa dedicado a la ejecución de planos eléctricos.

Además la entrega incluye con el CD:

- ▶ *Ayuda (Help) Operativo*: Con todas las indicaciones lógicas secuenciadas para ejecutar los Cálculos o Dibujos correspondientes a cada Ventana del Programa.
- ▶ *Ayuda (Help) Técnico*: Con toda la teoría y reglamentación asociada a la resolución de los Temas Técnicos correspondientes a cada Ventana del Programa.

Registro y Activación On-Line del Programa

La primera vez que ejecute **MACSHA ie** en su PC, automáticamente se iniciará el Asistente para el Registro y Activación On-Line. Esto no demorará más de 5 minutos y requiere de una conexión a Internet.

Soporte Técnico y Actualización del Programa

Dirigirse a www.macsha.com

Adquisición de Versión Superior a Sobrevila - Farina

Quién haya comprado el Libro y desee adquirir una Versión Superior del Programa **MACSHA ie**, le será descontado de dicha Versión Superior, lo que haya abonado por la compra del Libro.

Para esta operación dirigirse a www.macsha.com

Bibliografía

- Instalaciones eléctricas. M. A. Sobrevila - A. L. Farina. Editorial Alsina
- Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. AEA 90364
- Manual de baja tensión Siemens. Paraninfo
- Cuadernos técnicos Schneider
- Revista Ingeniería eléctrica. Editorial Editores
- Revista Ingeniería de control. Editorial Editores
- Revista Avance eléctrico (CADIME)
- Normas IRAM
- Manual de aplicación de fusibles. J. C. Gómez
- Manual de luminotecnica Osram. Editorial Dossat
- Cables y conductores. A. L. Farina. Editorial Alsina
- Accionamientos mediante motores. M. A. Sobrevila. Editorial Alsina

Se terminó de imprimir en
Artes Gráficas Piscis S. R. L.,
Junín 845, C. P. (C1113AAA), Buenos Aires,
en el mes de Febrero de 2007.

Con una tirada de 2000 ejemplares

MACSHA Instalaciones Eléctricas es el Programa dedicado al Cálculo y Diseño de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión.

Los Métodos de Cálculo y Diseño se basan en la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles, de la **Asociación Electrotécnica Argentina** y las correspondientes Normas **IRAM e IEC**.

MACSHA Instalaciones Eléctricas está desarrollado a efectos de facilitar las tareas de Ingenieros, Técnicos, Proyectistas y Matriculados Electricistas

Sus principales características son:

- > Calcula y Dimensiona Conductores, Protecciones y Canalizaciones (Cañerías, Bandejas y Conductos)
- > Genera Automáticamente el Esquema Unifilar de Tableros Principales y Seccionales
 - > Redacta la Memoria Técnica del Proyecto
 - > Realiza el Cómputo de Materiales
- > Completa las Planillas para la Habilitación de la Instalación

Herramientas del Programa:

- Calculadora
- Editor de Texto
- Conversor de Unidades
- Cálculos Electrotécnicos
- Cálculos de Puesta a Tierra
- Cálculos de Corrientes de Cortocircuito
- Cálculo Luminotécnico de Locales
- Cálculo de Alumbrado Público
- Corrección del Factor de Potencia
- Corrección por Corrientes Armónicas
- Dimensionamiento de Barras
- Dimensionamiento Térmico de Tableros Plásticos
 - Características de Motores
 - Selectividad de Protecciones
- Determinación y Resolución de Instalaciones de Pararrayos
 - Protecciones Fusibles
 - MACSHA Planos

Versiones disponibles:

- Sobrevila - Farina
- Técnico
- Profesional
- Profesional Plus

MACSHA
software y hardware

www.macsha.com

ISBN 978-950-553-149-3



9 789505 531493