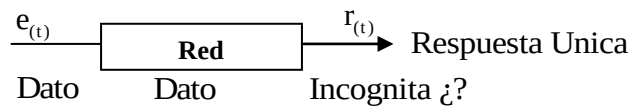


CONCEPTOS PRELIMINARES

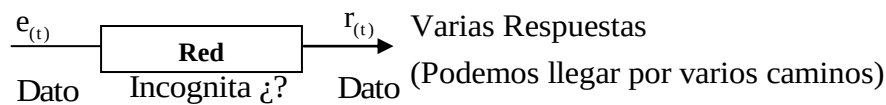
Análisis.- Raciocinio que permite **DEDUCIR** de una Ley General, el comportamiento de un sistema en particular.

Permite deducir una respuesta conociendo la red y la excitación.



Síntesis.- Raciocinio que permite **INDUCIR** una Ley General, el comportamiento en general, a partir de un caso en particular.

Permite inducir una red (diseñarla) para que ante una excitación dada, nos dé una respuesta requerida.



REDES ELÉCTRICA.-

Conjunto de elementos conectados entre sí, que permiten de alguna manera, el transporte, la disipación, transformación y/o almacenamiento de energía en cualquiera de sus formas.

Sistema de Unidades.-

Se ha optado por el Sistema uniformizado **GIORGI racionalizado**.

M (mt)	K (kg)	S (seg)	A (amperios)
Longitud	Masa	Tiempo	Intensidad de Corriente

ALGUNAS UNIDADES DE MEDIDA

MAGNITUD FÍSICA	UNIDAD DE MEDIDA	
	DESIGNACIÓN O NOMBRE	SÍMBOLO INTERNACIONAL
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de Corriente Eléctrica	ampere	A
Temperatura termodinámica	kelvin	k
Intensidad Luminosa	candela	cd
Cantidad de materia	mol	mol
Frecuencia	hertz	Hz
Fuerza, peso	newton	N
Presión, tensión mecánica, módulo de elasticidad	pascal	Pa
Energía, trabajo, cantidad de calor	joule	J
Potencia, flujo de energía	watt	W
Potencial eléctrico, tensión eléctrica, diferencia de potencial eléctrico, fuerza electromotriz	volt	V
Capacitancia eléctrica	farad	F
Resistencia eléctrica	Ohm	Ω
Conductancia eléctrica	siemens	S

MAGNITUD FÍSICA	UNIDAD DE MEDIDA	
	DESIGNACIÓN O NOMBRE	SÍMBOLO INTERNACIONAL
Temperatura Celsius	Grado celsius	°C
Flujo luminoso	lumen	lm
Volumen	metro cúbico	m ³
Iluminación	lux	lx
Energía Eléctrica	Kilowatt hora	kW.h
Potencia aparente	Volt ampere	VA
Potencia aparente	Kilovolt ampere	kVA
Potencia reactiva	var	var
Potencia reactiva	Kilovolt ampere reactivo	kVAR
Inducción magnética	tesla	T
Superficie o área	metro cuadrado	m ²

Amperio (A).-

Unidad fundamental definida como la cantidad de corriente eléctrica que cuando pasa por dos conductores paralelos de dimensiones intrascendentes, se repelen con una fuerza de 2×10^{-7} Newtons por metro de longitud de separación.

Corriente y Carga eléctrica (I).-

Es producida por el movimiento de cargas y un ampere es un coulomb de carga que se desplaza a través de una localización fija en un segundo. Entonces la unidad derivada de carga, el coulomb (C), es equivalente a un ampere-segundo: $1A = 1 \text{ Coulomb/seg.}$

$$i_{(t)} = \partial q \text{ (coulomb)} / \partial t \text{ (seg)}$$



La carga del electrón es de $e = 1.602 \times 10^{-19}$ Coulomb.

Entonces para tener una corriente de 1 Amperio, cerca de 6.24×10^{18} electrones por segundo deberán pasar por una sección transversal fija de alambre.

Potencial Eléctrico.-

Los campos eléctricos ejercen fuerzas en las cargas eléctricas que, si no encuentran oposición pueden acelerar la partícula que contiene la carga. Entonces el trabajo realizado para mover una carga, bajo la acción de una fuerza del campo eléctrico y una fuerza igual pero opuesta a la acción de la fuerza del campo eléctrico, es llamado voltio. Entonces;

$$1 \text{ Voltio} = 1 \text{ Joule} / \text{Coulomb}$$

$$1 \text{ Voltio} = W \text{ (trabajo)} / q \text{ Coulomb} = 1 \text{ Amper} \times 1 \text{ Ohmio}$$

El voltio también se define como: la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos a lo largo de un conductor que lleva una corriente constante de un ampere, cuando la potencia disipada entre los dos puntos es de un watts. La potencia p es el producto de la corriente y la diferencia de voltaje, así:

$$p = v \times i$$

Potencia Eléctrica.-

Es unidad derivada, definida como la capacidad de disipar energía por unidad de tiempo.

$$p = \partial W \text{ (Joule)} / \partial dt \text{ (seg)}$$

Energía Eléctrica Total.-

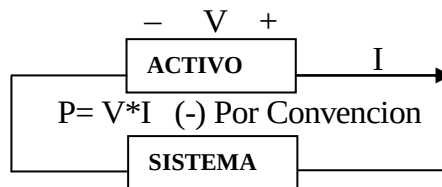
$$W = \int p \partial dt$$

ELEMENTOS DE UNA RED ELÉCTRICA

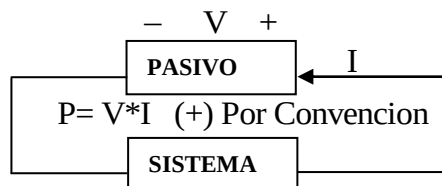
Son elementos activos y pasivos.

Elementos Activos.-

Son aquellos que de alguna manera pueden hacer **entrega de energía a la red**, dependiendo ésta de la disposición de la misma.

**Elementos Pasivos.-**

Son aquellos que pueden **disipar y almacenar energía ó en algunos casos devolverla (pero de ninguna manera en mayor cantidad de la almacenada)**.

**Elementos Lineales.-**

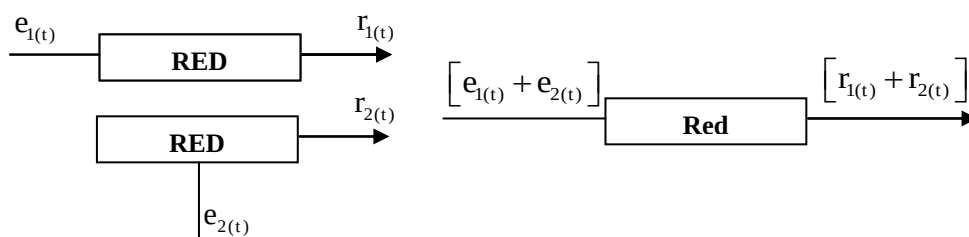
Son las variables fundamentales en electricidad (voltaje- corriente) guardan una relación simple proporcional. Está basado en dos principios **HOMOGENIDAD Y SUPERPOSICIÓN**.

Homogeneidad.-

Es un sistema lineal, si incrementamos en una razón la excitación, en la misma debe incrementarse la respuesta.

**Superposición.-**

Si dos excitaciones distintas, causan dos efectos distintos cuando actúan simultáneos, la respuesta debe ser la suma de las individuales a la vez.

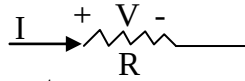


Los elementos que responden a estos principios son: La resistencia, la inductancia y la capacitancia.

- Los elementos: Diodos, tubos de vacío, transistores, Fet's, Diac's, Triac'

La Resistencia (R, Ohm).-

Indica la forma proporcional como varía el voltaje ó fuerza electromotriz que se opone al paso de la corriente.



Despreciando el efecto de temperatura:

$$V = I \times R$$

Si la temperatura incide en una forma sustancial:

$$R = R_0 (1 \pm \alpha \Delta T)$$

(+) metales

(-) semiconductores

(α) Constante Lineal:

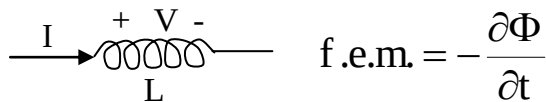
Para el Aluminio(Al) = $23 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ y

Para el cobre (cu)= $17 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

La Inductancia (L, Henrios).-

Indica la capacidad de producir flujo por unidad de corriente circulante.

°La Ley de LENZ relaciona voltaje y corriente.



Como elemento pasivo (caída de potencial)

$$V = \frac{\partial \Phi}{\partial t} \implies V = \frac{\partial \Phi}{\partial t} \times \frac{\partial i}{\partial i} = \frac{\partial \Phi}{\partial i} \times \frac{\partial i}{\partial t} = L \frac{\partial i}{\partial t}$$

Despreciamos el efecto de la remanencia magnética, la histéresis y la saturación de núcleos.

La Capacitancia (C, Faradios).-

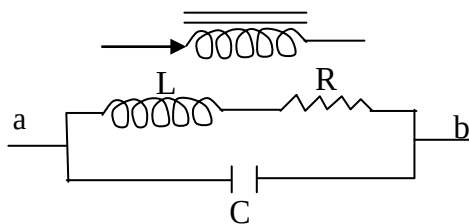
Indica la capacidad de almacenar carga eléctrica por unidad de voltaje sometido.

$$i = \frac{\partial q}{\partial t} \implies i = \frac{\partial q}{\partial t} \times \frac{\partial v}{\partial v} = \frac{\partial q}{\partial v} \times \frac{\partial v}{\partial t} = C \frac{\partial v}{\partial t}$$

Despreciamos los efectos de fuga y de rigidez dieléctrica en los elementos consecutivos.

PARÁMETROS CONCENTRADOS.-

Es difícil concebir como elemento físico una R, L, C ideal, pero siempre es posible representarlos por una combinación de efectos dispuestos en un modelo circuital adecuado.



Inductor Real:

Parámetros Concentrados (Ideales)

R : Resistencias del devanado

L : Inductancia ideal

C : Capacitancia entre espiras.

*Se pueden despreciar efectos ínfimos o intrascendentes.

CONEXIÓN DE FUENTES IDEALES

Las fuentes de energía son los llamados de tensión y de corriente.

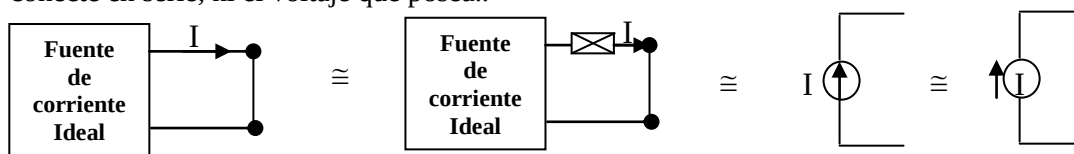
a) Fuente Ideal de Tensión.-

Es un dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial entre sus bornes, no interesando lo que se conecte en paralelo, ni la corriente que suministre.



b) Fuente Ideal de Corriente.-

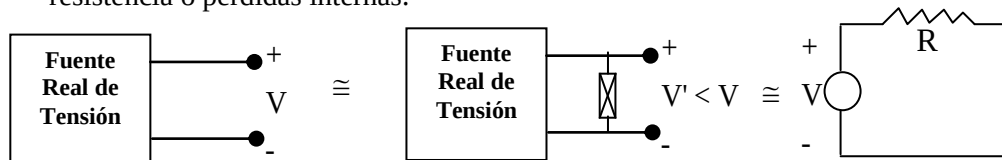
Es un dispositivo capaz de hacer circular una corriente definida de un borne a otro sin interesar lo que se conecte en serie, ni el voltaje que posea..



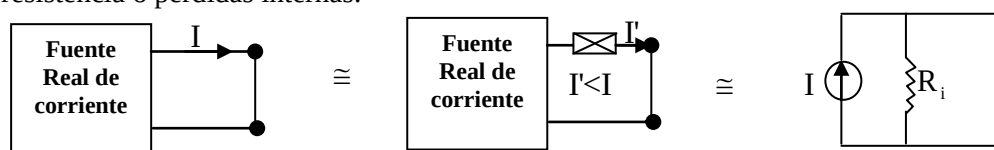
FUENTES REALES

Son aquellas que pueden entregar energía a la red; pero en forma limitada, por tener un elemento de oposición que representa las imperfecciones ó pérdidas internas.

a) **Fuente Real de Tensión.-** La tensión de salida no puede ser cualquiera, sino que está limitada por la resistencia ó pérdidas internas.



b) **Fuente Real de Corriente.-** La corriente de salida no puede ser cualquiera, sino que está limitada por la resistencia ó pérdidas internas.

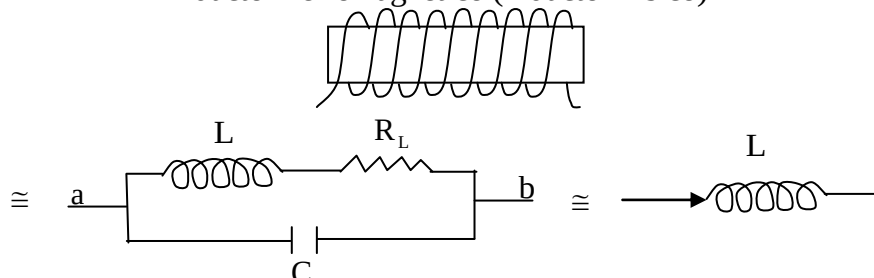


CONEXIÓN DE ELEMENTOS IDEALES

Modelos Ideales.- Son la representación de la parte física de un elemento, que posee una característica determinada.

Ejemplo.-

Inductor Ferromagnetico (Inductor Fisico)



Donde:

R_L : Resistencia del Alambre devanado

L : Propiedad del elemento para producir flujo magnetico (Inductancia), la que predomina.

C : Capacitancia entre espiras

Conductor Ideal.-($\rho = 0$).-

$$R = \frac{\rho \times L}{S}$$

El oro es el mejor conductor, pero por abundancia se utiliza el cobre ($\rho_{cu} = 0.18 \Omega/m \times mm^2$), siguiendo el aluminio ($\rho_{cu} = 0.18 \Omega/m \times mm^2$).

Donde:

L : Longitud cualquiera

ρ : Resistividad nula = 0

S : Cualquier area de la seccion transversal del conductor

I : Corriente admisible cualquiera

ΔV : Caída de Tension en el elemento nula

$$\Delta V = I \times \frac{\rho \times L}{S} = 0$$

“La forma del conductor no interesa”

LEYES DE KIRCHHOFF

Primera Ley.-

Se refiere a la conservación de la energía cinética en las redes eléctricas, por lo tanto, la corriente establecida tiene que circular por los elementos, sin que se diluyan cargas, ni tampoco se crean nuevas.

“En un conductor de unión de dos ó más elementos, la corriente que ingresa al nudo es igual a la que sale del mismo”

$$\sum i_{llegan} = \sum i_{salen}$$

Segunda Ley.-

Está en referencia a la conservación de la energía potencial (diferencia de potencial ó voltaje) teniendo en cuenta que es conservativa e independiente de la trayectoria.

“En toda trayectoria cerrada, dentro de una red eléctrica, la suma de tensiones de los elementos constituyentes deben ser igual a cero”

$$\sum V_{\text{malla}} = 0 \implies \sum V_{\text{subida de potencial}} = \sum V_{\text{caídas de potencial}}$$

*Subida de potencial representa un incremento de voltaje (de $-$ a $+$) en el sentido de recorrido de la malla.

*Caída de potencial es cuando el voltaje en el elemento va decreciendo, en el sentido en que se recorre la malla (de $+$ a $-$).

ASOCIACIONES DE ELEMENTOS SERIE-PARALELO- Y-Δ

Conexión Serie.-

Dos ó más elementos conectados uno a continuación de otro. La característica predominante es que todos poseen la misma corriente.

$$R_{eq.} = \sum_{i=1}^n R_i$$

*La desventaja es que si un elemento deja de funcionar la corriente se anula para todos.

Conexión Paralelo.-

Dos ó más elementos conectados entre dos conductores. La característica predominante es que comparten la misma tensión.

$$R_{eq.} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}}$$

*La ventaja es el funcionamiento independiente uno de otro.

*La desventaja es que a más elementos, la corriente acercándose a la fuente empieza a crecer, haciéndose necesario proteger o sobredimensionar con conductores que están más cerca al punto de suministro.

Caso de N Resistencias Paralelas Iguales.-

Caso $R_1 \gg R_2$.-

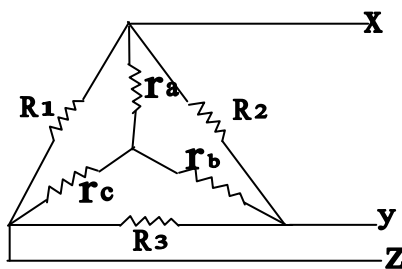
$$R_{eq.} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\text{Producto}}{\text{Suma}} \cong R_2 \cong \text{Menor de la suma}$$

$$R_{eq.} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\text{Producto}}{\text{Suma}} \cong R_2 \cong \text{Menor de la suma}$$

Conexión Serie-Paralelo.-

Es una combinación sucesiva de elementos que agrupados entre sí por partes, resultan conexiones en serie ó en paralelo.

Conexión Δ -Y.- Es una conexión de tres elementos que no están en serie, ni en paralelo.



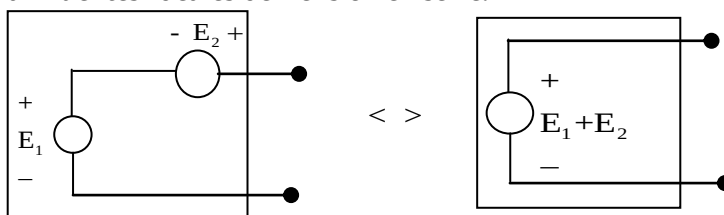
$$R_1 = \frac{r_a * r_b + r_b * r_c + r_a * r_c}{r_b}$$

$$r_a = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

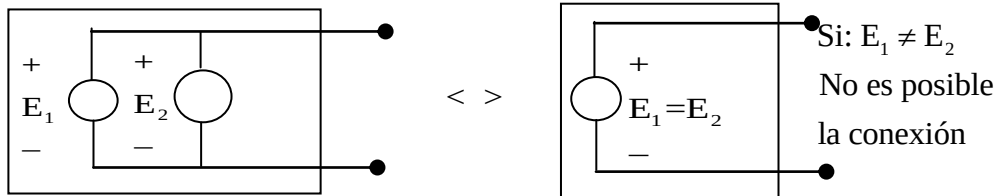
TRANSFORMACIÓN DE FUENTES

Reducción de Fuentes Ideales.-

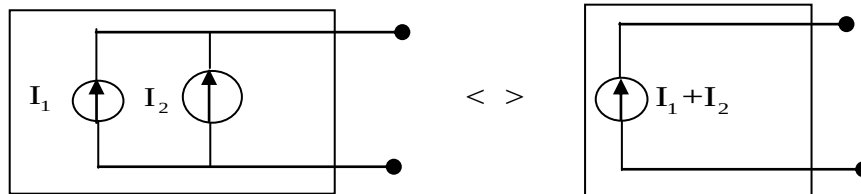
a) Caso de 02 Fuentes Ideales de Tensión en serie.-



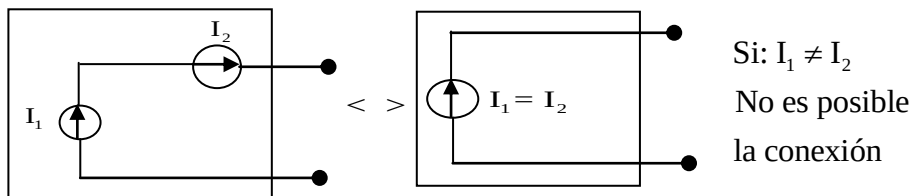
b) Caso de 02 Fuentes Ideales de Tensión en paralelo.-



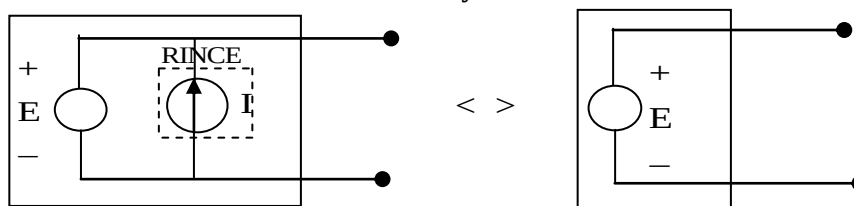
c) Caso de 02 Fuentes Ideales de Corriente en paralelo.-



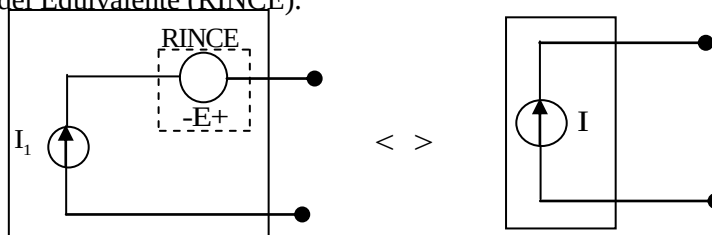
d) Caso de 02 Fuentes Ideales de Corriente en serie.-



e) Caso de 02 Fuentes Ideales de Tensión y de Corriente.-



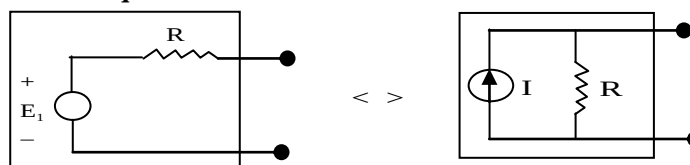
Los elementos conectados en paralelo a una fuente de tensión ideal son Ramas Independientes para el Cálculo del Equivalente (RINCE).



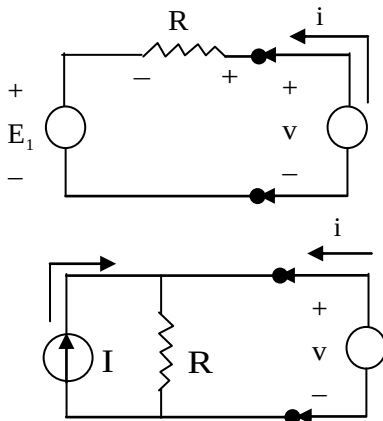
Los elementos conectados en serie a una fuente de corriente ideal son Ramas Independientes para el Cálculo del Equivalente (RINCE).

NOTA.-RINCE se refiere a tensión y/o corriente, más no a la Potencia de cada elemento interno.

f) Caso de Fuentes Equivalentes Reales.-



Las fuentes reales son equivalentes si ante una excitación igual, tienen igual respuesta, entonces ensayamos una : $v =$ excitación aplicada, $i =$ respuesta de corriente.



2^{da}. Ley de Kirchhoff

$$v = E + i \cdot R$$

$$i = \frac{v}{R} - \frac{E}{R} \dots \dots \dots (1)$$

1^{ra}. Ley de Kirchhoff

$$I + i = \frac{v}{R}$$

$$i = \frac{v}{R} - I \dots \dots \dots (2)$$

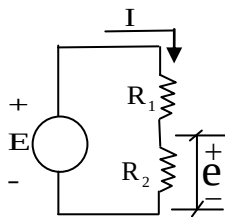
Por lo tanto ecuación (1) y (2) son equivalentes si tienen la misma resistencia y si se cumple la Ley de Ohm, así:

$$I = \frac{E}{R}$$

DIVISOR DE TENSIÓN Y DE CORRIENTE

Divisor de Tensión.-

Es un arreglo de resistencias en serie que permite utilizar una parte de la tensión generada.



$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

$$I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

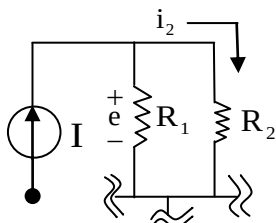
Pero:

$$e = I \cdot R_2 \Rightarrow e = \frac{E}{R_1 + R_2} \cdot R_2 \therefore e = E \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Ejemplo.- Un potenciómetro (control de volumen, tono, etc.)

Divisor de Corriente.-

Es un arreglo de resistencias en paralelo que permite utilizar una fracción de corriente generada. ó circulante.



$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

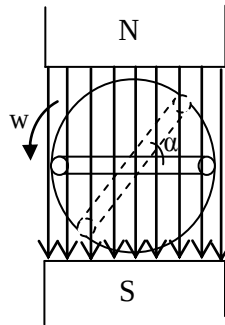
$$e = I \cdot R_{eq} = I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Pero:

$$i_2 = \frac{e}{R_2} \Rightarrow e = i_2 \cdot R_2$$

$$\therefore i_2 \cdot R_2 = I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow i_2 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

GENERADOR MONOFÁSICO (Femm - Senoidal)



Supóngase un campo magnético uniforme.

La figura es una bobina de "n" espiras, girando a una velocidad angular constante "w" (rad/seg); "T" el período, "f" la frecuencia (Hz). Elegimos una posición inicial (t=0) de la bobina en forma horizontal. El ángulo de giro es "α", en función del tiempo, expresado por:

$$\alpha = 2\pi \frac{t}{T} = 2\pi f t = w t \text{ (rad)}$$

donde:

$$w = 2\pi f \text{ (rad/seg)}$$

Sea:

"Φ_m" el flujo abarcado por la bobina (en t=0, α=0); entonces

en un tiempo correspondiente "t" el flujo sera:

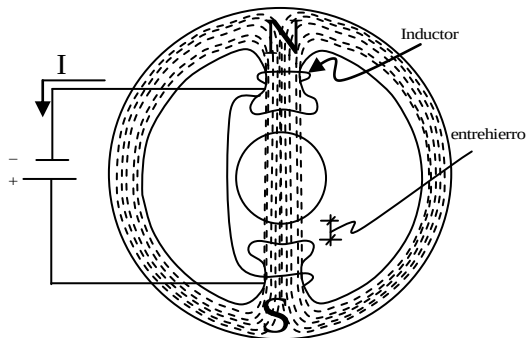
$$\Phi = \Phi_m \cos \alpha = \Phi_m \cos wt.$$

La Fuerza electromotriz indicada en la bobina vale:

$$e = -n \frac{\partial \Phi}{\partial t} = n \Phi_m w \sin wt$$

$$e = E_m \sin wt$$

GENERADOR EN ROTOR FERROMAGNÉTICO



Posee 02 polos y la bobina está colocado sobre un rotor ferro magnético. Para crear el campo magnético se necesita la fuerza magnetomotriz: "M".

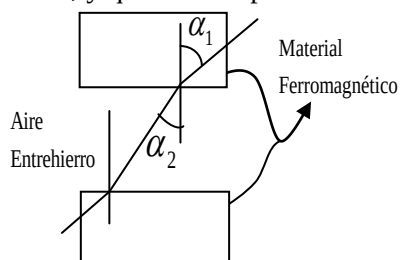
$$M = n \cdot I = \Phi \cdot \mathfrak{R}$$

Donde:

n: Número de espiras

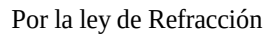
ℜ: Reluctancia Magnética

La disposición a base del Rotor ferromagnético, se requiere que el campo, no sea uniforme; por teoría de campos, se recuerda que las líneas β de campo magnético se refractan al atravesar una superficie límite ó divisoria; y que cuando pasen de un material ferromagnético al aire, emergen casi normalmente.



Es decir:

$$\beta_a = \beta_m \sin \alpha \quad (\beta: \text{Campo Radial en el entrehierro})$$



Donde:

En el entrehierro, las líneas de campo son prácticamente radiales con el fin de que la f.e.m. generada sea senoidal:

Implica que el flujo sea una función cosenoidal:

$$\Phi = \Phi_m \cos \omega t$$

Es decir:

$$\beta_a = \beta_m \sin \alpha \quad (\beta: \text{Campo Radial en el entrehierro})$$

Existen generadores con “p” pares de polos.

Ejemplo.- Generador Tetrapolar: $p=2$.



Se observa que en este generador, el ciclo completo de la f. e. m. generada se consigue con media vuelta del rotor.

∴ Un generador de “p” pares de polos, una vuelta del rotor genera en una bobina: “p” ciclos de f. e. m.

Ángulo Geométrico (α_g).- Son los reales giros del rotor; en la figura la bobina gira 180° para pasar de la posición “a” a “a’ ”

Ángulo Eléctrico (α_e).- El giro de un ángulo geométrico: α_g , en un generador con “p” pares de polos, produce el mismo efecto (ciclo de f.e.m. inducido) que el giro, según un ángulo “p α_g ” en una máquina con un par de polos:

$$\therefore \alpha_e = p\alpha_g$$

* En la práctica, si no se especifica se sobreentiende que se refiere a el ángulo eléctrico (α_p)

En una máquina de “p” pares de polos: $f = \frac{p \cdot W}{60}$

Donde: w = velocidad en R. P. M.

Ejemplo.-

a) $f=50$ Hz. en E.E. U.U. (frecuencia industrial)

$$\omega = 2\pi f = 2\pi * 50 = 314.16 \text{ rad/seg.}$$

$$\text{Si } p=1 \Rightarrow \text{el generador girara a: } n = \frac{50*60}{1} = 3000 \text{ R. P. M.}$$

$$p=2 \Rightarrow \text{el generador girara a: } n = \frac{50*60}{2} = 1500 \text{ R. P. M.}$$

b) $f=60$ Hz. en Peru y Japon

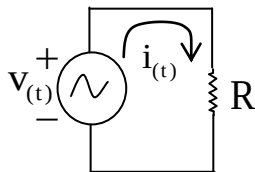
$$\omega = 2\pi f = 2\pi * 60 = 377 \text{ rad/seg.}$$

$$\text{Si } p=1 \Rightarrow \text{el generador girara a: } n = \frac{60*60}{1} = 3600 \text{ R. P. M.}$$

$$p=2 \Rightarrow \text{el generador girara a: } n = \frac{60*60}{2} = 1800 \text{ R. P. M.}$$

RESPUESTA EN ELEMENTOS PASIVOS

a) Respuesta en Circuito R.-



$$Z = \frac{V_m}{I_m} \text{ (Impedancia)}$$

Sea :

$$v_{(t)} = V_m \text{ Sen } \omega t$$

$$i_{(t)} = \frac{V_m}{R} \text{ Sen } \omega t$$

$$i_{(t)} = I_m \text{ Sen } \omega t$$

$\Phi = 0 \Rightarrow$ El desfase entre $v_{(t)}$ e $i_{(t)}$ es cero.
Potencia Instantánea.-

$$p_{(t)} = v_{(t)} * i_{(t)}$$

$$p_{(t)} = (V_m \text{ Sen } \omega t)(I_m \text{ Sen } \omega t) = V_m I_m \text{ Sen}^2 \omega t$$

$$p_{(t)} = V_m I_m \left(\frac{1 - \text{Cos } 2\omega t}{2} \right)$$

$$\Rightarrow p_{(t)} = \left(\frac{V_m}{\sqrt{2}} \right) \left(\frac{I_m}{\sqrt{2}} \right) [1 - \text{Cos } 2\omega t] = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} [1 - \text{Cos } 2\omega t]$$

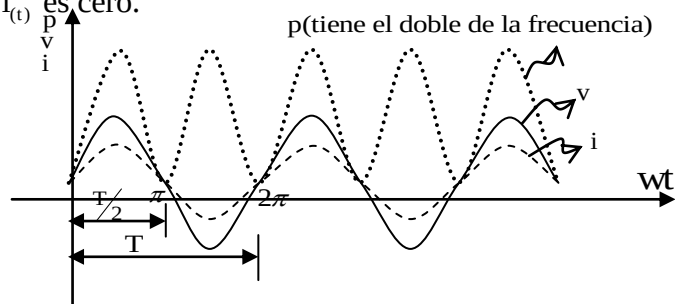
Energía.-

$$W_R = \int_0^{T/2} V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} (1 - \text{Cos } 2\omega t) dt = \int_0^{T/2} p_{(t)} dt = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \cdot \frac{T}{2} - \left(\frac{V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}}{\omega} \right) * \left(\frac{\text{Sen } 2\omega t}{2} \right) \Bigg|_0^{T/2}$$

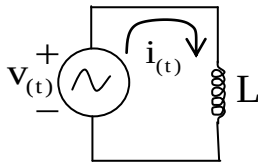
Pero:

$$\text{Sen } 2\omega \frac{T}{2} = \text{Sen } 2 \left(\frac{2\pi}{T} \right) \left(\frac{T}{2} \right) = \text{Sen } 2\pi = 0$$

$$\therefore W_R = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \cdot \frac{T}{2}$$



b) Respuesta en Circuito L.-



Sea :

$$i_{(t)} = I_m \text{Sen } \omega t$$

$$v_{(t)} = L \frac{\partial i_{(t)}}{\partial t} = L \omega (\text{Cos} \omega t) (I_m)$$

$$v_{(t)} = X_m I_m \text{Cos} \omega t = V_m \text{Cos} \omega t$$

$$v_{(t)} \text{ adelanta en } \frac{\pi}{2} \text{ a } i_{(t)}$$

Potencia Instantánea.-

$$p_{(t)} = v_{(t)} * i_{(t)}$$

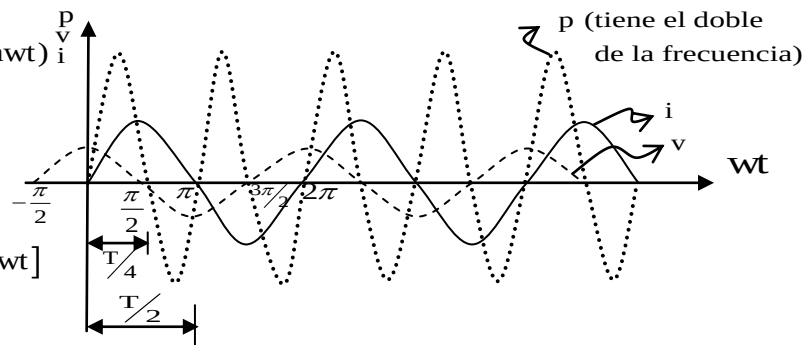
$$p_{(t)} = (V_m \text{Cos} \omega t) (I_m \text{Sen} \omega t)$$

$$p_{(t)} = V_m I_m \left(\frac{\text{Sen} 2\omega t}{2} \right)$$

$$p_{(t)} = V_m I_m \left(\frac{\text{Sen} 2\omega t}{2} \right)$$

$$p_{(t)} = \left(\frac{V_m}{\sqrt{2}} \right) \left(\frac{I_m}{\sqrt{2}} \right) [\text{Sen} 2\omega t]$$

$$p_{(t)} = V_{rms} I_{rms} \text{Sen} 2\omega t$$



Energía.-

$$W_L = \int_0^{T/4} V_{rms} I_{rms} (\text{Sen} 2\omega t) dt = \int_0^{T/4} p_{(t)} dt$$

$$W_L = V_{rms} I_{rms} \left(\frac{-\text{Cos} 2\omega t}{2\omega} \right) \Bigg|_0^{T/4} = \frac{V_{rms} I_{rms}}{2\omega} \left[-\text{Cos} 2 * 2\pi * \frac{1}{T} * \frac{T}{4} + 1 \right]$$

$$W_L = \frac{V_{rms} I_{rms}}{2\omega} [-\text{Cos} \pi + 1] = \frac{V_{rms} I_{rms}}{2\omega} (+2) = \frac{V_{rms} I_{rms}}{\omega}$$

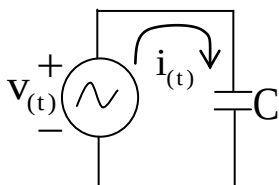
Pero:

$$V_{rms} = X I_{rms} = \omega L I_{rms} = \omega L \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$W_L = \omega L * \frac{I_m}{\sqrt{2}} * \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$\therefore W_L = \frac{L I_m^2}{2}$$

c) Respuesta en Circuito C.-



Sea :

$$v_{(t)} = V_m \text{Sen } \omega t$$

$$i_{(t)} = C \frac{\partial v_{(t)}}{\partial t} = C \frac{\partial (V_m \text{Sen} \omega t)}{\partial t}$$

$$i_{(t)} = (C\omega) V_m \text{Cos} \omega t = \frac{V_m}{\frac{1}{\omega C}} \text{Cos} \omega t$$

$$i_{(t)} = \frac{V_m}{X_c} \text{Cos} \omega t = I_m \text{Cos} \omega t$$

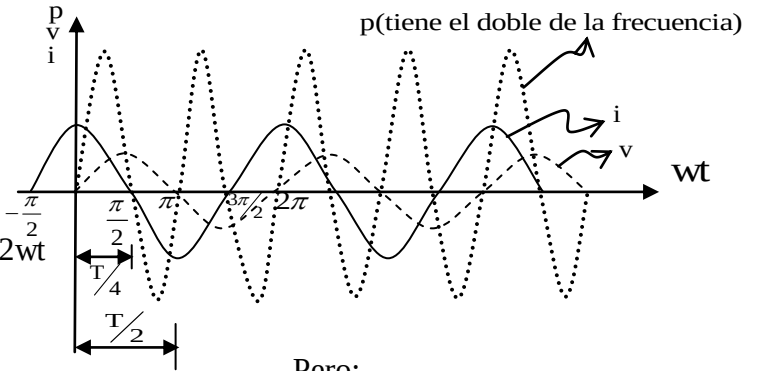
$$i_{(t)} \text{ adelanta en } \frac{\pi}{2} \text{ a } v_{(t)}$$

Potencia Instantánea.-

$$p_{(t)} = v_{(t)} * i_{(t)}$$

$$p_{(t)} = (V_m I_m \text{Sen}wt \text{Cos}wt) = V_m I_m \left(\frac{\text{Sen}2wt}{2} \right)$$

$$\Rightarrow p_{(t)} = \left(\frac{V_m}{\sqrt{2}} \right) \left(\frac{I_m}{\sqrt{2}} \right) [\text{Sen}2wt] = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \text{Sen}2wt$$



Energía.-

$$W_C = \int_0^{T/4} V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} (\text{Sen}2wt) dt = \int_0^{T/4} p_{(t)} dt$$

$$W_C = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \left(\frac{-\text{Cos}2wt}{2w} \right) \Big|_0^{T/4} = \frac{V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}}{2w} \left[-\text{Cos}2 * 2\pi * \frac{1}{T} * \frac{T}{4} + 1 \right]$$

$$W_L = \frac{V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}}{2w} [-\text{Cos}\pi + 1] = \frac{V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}}{2w} (+2) = \frac{V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}}{w}$$

Pero:

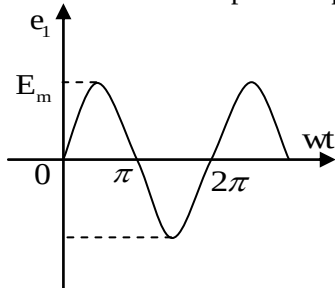
$$I_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{rms}}}{X} = \frac{V_{\text{rms}}}{\frac{1}{wC}} = wC * \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$W_C = \frac{wC * \frac{V_m}{\sqrt{2}} * \frac{V_m}{\sqrt{2}}}{2}$$

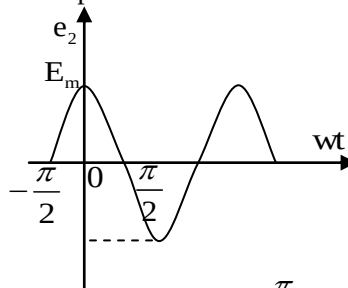
$$\therefore W_c = \frac{CV_m^2}{2}$$

REPRESENTACIÓN FASORIAL

Una misma onda se puede representar por:

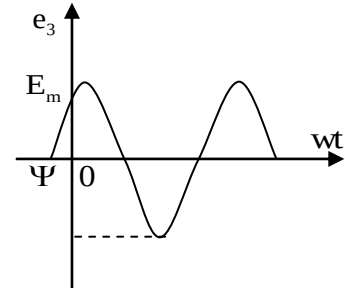


$$e_{1(t)} = E_m \text{Sen}wt$$



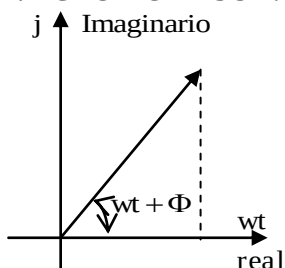
$$e_{2(t)} = E_m \text{Sen}\left(wt + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$e_{2(t)} = E_m \text{Cos}wt$$



$$e_{3(t)} = E_m \text{Sen}(wt + \Psi)$$

VECTOR Ó FASOR.-



$$\bar{E} = E_m \text{Cos}(wt + \Phi) + jE_m \text{Sen}(wt + \Phi)$$

Cuando todas las ondas tengan en comun "wt" (velocidad angular constante), se suprime y nos quedamos solamente con los angulos de fase inicial = vector o fasor.

$$\bar{E} = E_m \text{Cos}\Phi + jE_m \text{Sen}\Phi$$

Representacion en forma:

* Exponencial: $\bar{E} = E_m e^{j\Phi}$

* Polar: $\bar{E} = E_m \angle \Phi$

CORRESPONDENCIA ENTRE SENOIDES Y COMPLEJOS

Se establece la siguiente correspondencia biunívoca entre senoides de una misma frecuencia angular ω y los números complejos:

$$A \text{Sen}(\omega t + \alpha) = K A \angle \alpha$$

tal que:

$$\frac{\partial(A \text{Sen}(\omega t + \alpha))}{\partial t} = j\omega K A \angle \alpha$$

$$\int A \text{Sen}(\omega t + \alpha) dt = \frac{1}{j\omega} * K A \angle \alpha$$

Generalmente:

$$K = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

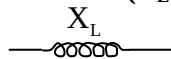
CONSIDERACIONES GENERALES EN EL ANÁLISIS FASORIAL (A.C.)

La excitación y la respuesta tendrán la misma frecuencia angular " ω "

Reactancia.-

Cociente Ohmico entre voltaje y corriente, sobre L ó C ideales para régimen sinusoidal.

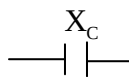
Reactancia Inductiva (X_L).-



$$X_L = \omega L$$

$$\bar{X}_L = j\omega L = \omega L \angle 90^\circ$$

Reactancia Capacitiva (X_C).-

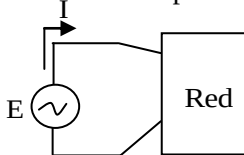


$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$\bar{X}_C = \frac{1}{j\omega C} = -j \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\omega C} \angle -90^\circ$$

Impedancia (Z).-

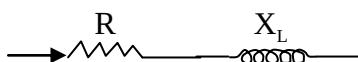
Es el valor Ohmico representado por una resistencia en serie con una reactancia.



$$\bar{Z}_{eq} = \frac{\bar{E}}{\bar{I}} = R \angle \phi \pm jX$$

Impedancia Inductiva (Z_L).-

Es el valor Ohmico representado por una resistencia en serie con una reactancia inductiva.

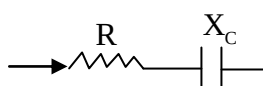


$$\bar{Z}_L = R + jX_L = \sqrt{R^2 + X_L^2} \angle \Phi_L$$

$$\Phi_L = \tan^{-1} \frac{X_L}{R}$$

Impedancia Capacitiva (Z_C).-

Es el valor Ohmico representado por una resistencia en serie con una reactancia capacitiva.

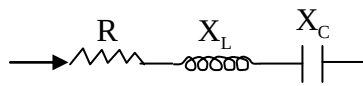


$$\bar{Z}_C = R - jX_C = \sqrt{R^2 + X_C^2} \angle -\Phi_C$$

$$\Phi_C = \tan^{-1} \frac{X_C}{R}$$

Impedancia Inductiva-Capacitiva (Z_C).

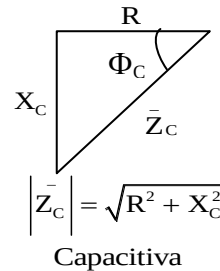
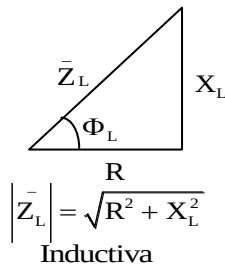
Es el valor Ohmico representado por una resistencia en serie con una reactancia inductiva y reactancia capacitiva.



$$\bar{Z}_{LC} = R \pm j(X_L - X_C) = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \angle \pm \Phi_{LC}$$

$$\Phi_{LC} = \tan^{-1} \frac{(X_L - X_C)}{R}$$

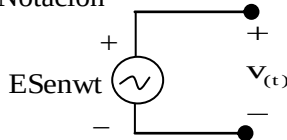
TRIANGULO DE IMPEDANCIAS



SISTEMA MONOFÁSICO (1Φ)

Se obtiene de un generador de A. C. de 1Φ (grupo electrógeno ó extrayendo una fase del sistema 3Φ).

Notación



Siendo:

E: voltaje pico máximo

W: Frecuencia angular (rad/seg)

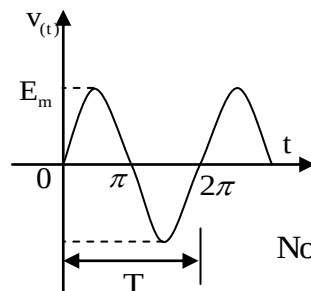
T: Periodo

f: Frecuencia en ciclos/seg=Hz.

Ejemplo.-

Lima: $v(t) = 220\sqrt{2}\text{Sen}377t$, siendo: $w = 2\pi * 60 \cong 377$

EE.UU.: $110\sqrt{2}\text{Sen}314t$, siendo: $w = 2\pi * 50 \cong 314$



Notación Fasorial

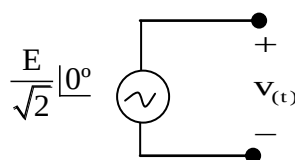
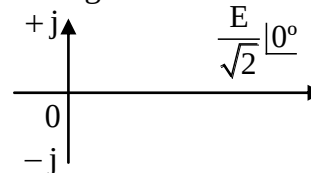


Diagrama Fasorial



RESPUESTA EN CIRCUITO R-L-C

Sea :

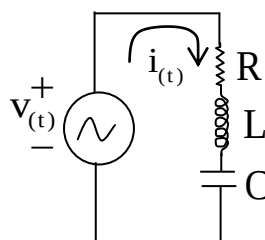
$$i(t) = I_m \text{Sen } wt$$

$$v(t) = Ri(t) + L \frac{\partial i(t)}{\partial t} + \frac{1}{C} \int i dt$$

$$v(t) = RI_m \text{Sen } wt + L(I_m w \text{Cos} wt) + \frac{I_m}{wC} [-\text{Cos } wt]$$

$$v(t) = I_m [R \text{Sen} wt + \text{Cos} wt (X_L - X_C)]$$

$$X_L - X_C = X_{eq}$$



Si :

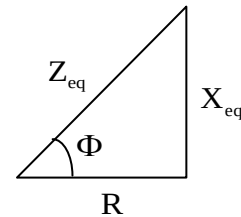
$X_L > X_C \Rightarrow X_{eq.}$ es inductivo

$X_L < X_C \Rightarrow X_{eq.}$ es capacitivo

$X_L = X_C \Rightarrow X_{eq.}$ es resistivo

$$v_{(t)} = I_m \left[R \text{Sen}wt + \text{Cos}wt X_{eq} \right]$$

$$v_{(t)} = I_m \left[\left(\frac{R}{Z_{eq}} \right) \text{Sen}wt + \text{Cos}wt \left(\frac{X_{eq}}{Z_{eq}} \right) \right] * Z_{eq}$$



Potencia Instantánea en RLC.-

Considerando reactancia inductiva:

$$\text{Sea : } v_{(t)} = V_m \text{Sen}(wt + \Phi)$$

$$i_{(t)} = I_m \text{Sen}(wt)$$

$$p_{(t)} = V_m I_m \text{Sen}(wt) \left[\text{Sen}(wt) \text{Cos} \Phi + \text{Sen} \Phi \text{Cos} wt \right]$$

$$p_{(t)} = V_m I_m \text{Sen}^2(wt) \text{Cos} \Phi + V_m I_m (\text{Sen} wt \text{Cos} wt) \text{Sen} \Phi$$

Sabemos que :

$$* \text{Sen} wt \text{Cos} wt = \frac{1}{2} \text{Sen} 2wt$$

$$* \text{Sen}^2 wt = \frac{1}{2} (1 - \text{Cos} 2wt)$$

$$p_{(t)} = \left[\frac{V_m I_m}{2} \text{Cos} \Phi - \frac{V_m I_m}{2} [\text{Cos} 2wt] \text{Cos} \Phi \right] + \left[\frac{V_m I_m}{2} (\text{Sen} 2wt) \text{Sen} \Phi \right]$$

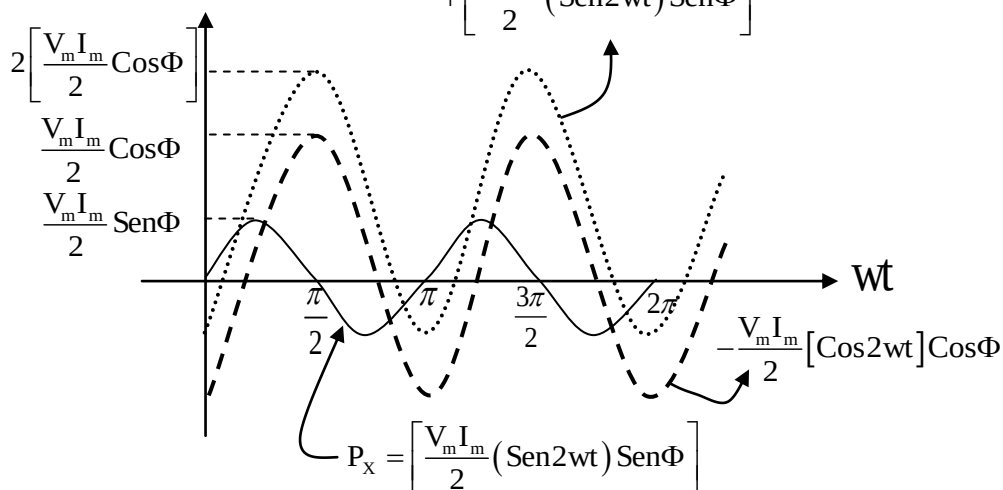
P_R : Potencia Activa Instantanea (watts)

$$P_R = \left[\frac{V_m I_m}{2} \text{Cos} \Phi - \frac{V_m I_m}{2} [\text{Cos} 2wt] \text{Cos} \Phi \right]$$

P_X : Potencia Reactiva Instantanea (VAR)

$$P_X = \left[\frac{V_m I_m}{2} (\text{Sen} 2wt) \text{Sen} \Phi \right]$$

$$p_{(t)} = \left[\frac{V_m I_m}{2} \text{Cos} \Phi - \frac{V_m I_m}{2} [\text{Cos} 2wt] \text{Cos} \Phi \right] + \left[\frac{V_m I_m}{2} (\text{Sen} 2wt) \text{Sen} \Phi \right]$$



POTENCIA ACTIVA.-

La Potencia Promedio activa consumida se refiere a:

$$P_{\text{media}} = P = \frac{V_m I_m}{2} \cos \Phi = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \cos \Phi$$

$$P = W = VI \cos \Phi \quad (\text{Watts})$$

$\cos \Phi$: Factor de Potencia

$$* P_{\text{media}} = W = \frac{1}{T} \int_0^T V_m \sin(\omega t + \Phi) I_m \sin \omega t dt = \frac{V_m I_m}{2} \cos \Phi$$

POTENCIA REACTIVA.-

Se observa que es una cantidad de energía que oscila entre valores positivos y negativos iguales, no se consume de aquí la potencia reactiva disponible; como máximo en un circuito de A. C. está dado por:

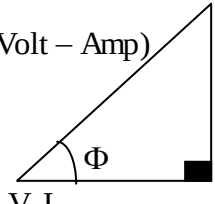
$$P_{X_{\text{max}}} = Q_{\text{max}} = \frac{V_m I_m}{2} \sin \Phi$$

$$Q = VI \sin \Phi \quad (\text{VAR})$$

$\sin \Phi$ = Factor de Potencia Reactivo

POTENCIA APARENTE (S).-

La potencia activa y la potencia reactiva pueden combinarse para dar los volt amperios del circuito, puesto que la energía oscilante está en cuadratura con la energía realmente consumida (activa).

$$S = \frac{V_m I_m}{2} (\text{Volt - Amp})$$


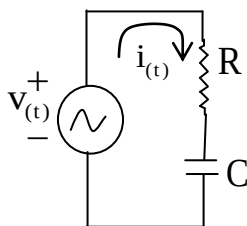
$$Q = \frac{V_m I_m}{2} \sin \Phi (\text{VAR})$$

$$P = \frac{V_m I_m}{2} \cos \Phi (\text{WATTS})$$

$$S = \sqrt{\left(\frac{V_m I_m}{2} \cos \Phi \right)^2 + \left(\frac{V_m I_m}{2} \sin \Phi \right)^2} = \frac{V_m I_m}{2}$$

$$\therefore S = V.I$$

RESPUESTA EN CIRCUITO R-C



Sea :

$$i(t) = I_m \sin \omega t$$

$$v(t) = Ri(t) + \frac{1}{C} \int i dt$$

$$v(t) = RI_m \sin \omega t + \frac{I_m}{C} \int I_m \sin \omega t dt$$

$$v(t) = RI_m \sin \omega t + \frac{1}{\omega C} [-\cos \omega t]$$

$$v(t) = RI_m \sin \omega t - X_C I_m [\cos \omega t]$$

$$v(t) = I_m [R \sin \omega t - X_C \cos \omega t]$$

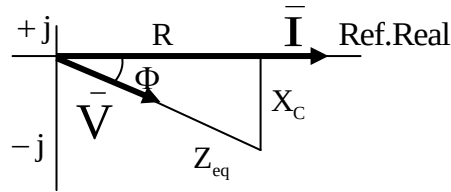
Multiplicando y Dividiendo (Z).-

$$v_{(t)} = I_m Z \left[\frac{R}{Z} \text{Sen } \omega t - \frac{X_C}{Z} \text{Cos } \omega t \right]$$

Siendo:

$$\text{Cos } \Phi = \frac{R}{Z}, \quad \text{Sen } \Phi = \frac{X_C}{Z}, \quad V_m = Z I_m$$

$$\therefore v_{(t)} = V_m \text{Sen}(\omega t - \Phi)$$



Potencia en R-C.-

La corriente adelanta a la tensión.

$$p_{(t)} = v_{(t)} * i_{(t)}$$

Reemplazando:

$$p_{(t)} = V_m \text{Sen}(\omega t - \Phi) I_m \text{Sen } \omega t$$

$$p_{(t)} = V_m I_m [(\text{Sen } \omega t \text{Cos } \Phi - \text{Cos } \omega t \text{Sen } \Phi) \text{Sen } \omega t] = V_m I_m [\text{Sen}^2 \omega t \text{Cos } \Phi - \text{Sen } \omega t \text{Cos } \omega t \text{Sen } \Phi]$$

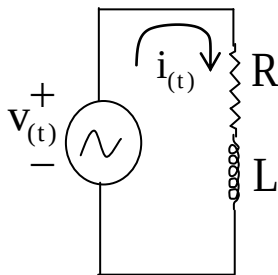
$$p_{(t)} = V_m I_m \left[\left(\frac{1 - \text{Cos } 2\omega t}{2} \right) \text{Cos } \Phi - \frac{\text{Sen } 2\omega t}{2} \text{Sen } \Phi \right] = \frac{V_m I_m}{2} [(\text{Cos } \Phi (1 - \text{Cos } 2\omega t)) - \text{Sen } \Phi \text{Sen } 2\omega t]$$

$$\therefore p_{(t)} = VI [(\text{Cos } \Phi (1 - \text{Cos } 2\omega t)) - \text{Sen } \Phi \text{Sen } 2\omega t]$$

El valor medio de la potencia para un tiempo igual a un periodo completo es:

$$\boxed{P = VI \text{Cos } \Phi}$$

RESPUESTA EN CIRCUITO R-L



Sea :

$$i_{(t)} = I_m \text{Sen } \omega t$$

$$v_{(t)} = R i_{(t)} + L \frac{\partial i}{\partial t}$$

$$v_{(t)} = R I_m \text{Sen } \omega t + L [I_m \omega \text{Cos } \omega t]$$

$$v_{(t)} = R I_m \text{Sen } \omega t + (\omega L) I_m \text{Cos } \omega t$$

$$v_{(t)} = R I_m \text{Sen } \omega t + X_L I_m [\text{Cos } \omega t]$$

$$v_{(t)} = I_m [R \text{Sen } \omega t + X_L \text{Cos } \omega t]$$

Multiplicando y Dividiendo (Z).-

$$v_{(t)} = I_m Z \left[\frac{R}{Z} \text{Sen } \omega t + \frac{X_L}{Z} \text{Cos } \omega t \right]$$

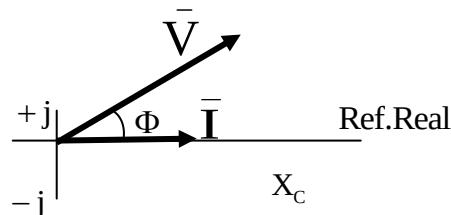
Siendo:

$$\text{Cos } \Phi = \frac{R}{Z}, \quad \text{Sen } \Phi = \frac{X_L}{Z}, \quad V_m = Z I_m$$

$$v_{(t)} = I_m Z [\text{Cos } \Phi \text{Sen } \omega t + \text{Sen } \Phi \text{Cos } \omega t]$$

$$v_{(t)} = I_m Z [\text{Sen}(\omega t + \Phi)]$$

$$\therefore v_{(t)} = V_m \text{Sen}(\omega t + \Phi)$$



Potencia en R-L.-

La tensión adelanta a la corriente.

$$p_{(t)} = v_{(t)} * i_{(t)}$$

Reemplazando:

$$p_{(t)} = V_m \text{Sen}(wt + \Phi) I_m \text{Sen}wt = V_m I_m [(\text{Sen}wt \text{Cos}\Phi + \text{Cos}wt \text{Sen}\Phi) \text{Sen}wt]$$

$$p_{(t)} = V_m I_m \text{Sen}wt [\text{Sen}wt \text{Cos}\Phi + \text{Cos}wt \text{Sen}\Phi]$$

$$p_{(t)} = \frac{V_m I_m}{2} \text{Cos}\Phi - \frac{V_m I_m}{2} [\text{Cos}2wt] \text{Cos}\Phi + \frac{V_m I_m}{2} [\text{Sen}2wt] \text{Sen}\Phi$$

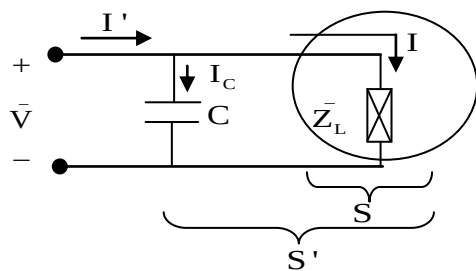
* $\text{Cos}2wt$ y $\text{Sen}2wt \cong 0$ en un periodo completo

$$P_{\text{media}(t)} = \frac{V_m I_m}{2} \text{Cos}\Phi = VI \text{Cos}\Phi \Rightarrow \therefore \boxed{P_{\text{media}} = W = VI \text{Cos}\Phi}$$

CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA (f. d. p.)

Consiste en reducir la componente reactiva de la potencia.

Los motores eléctricos y las cargas industriales son inductivos, para mejorar el f. d. p. se conectan capacitares en paralelo.



$W = \text{cte. con o sin condensador}$

$I' < I$ disminuye

$I = \text{Corriente que requiere la carga} = \text{cte.}$

$\Rightarrow W' = \text{Corriente que entrega el generador despues de la coneccion.}$

$S' < S$

Donde:

$S' : \text{Potencia aparente del sistema de generacion con correccion}$

$S : \text{Potencia aparente sin coneccion}$

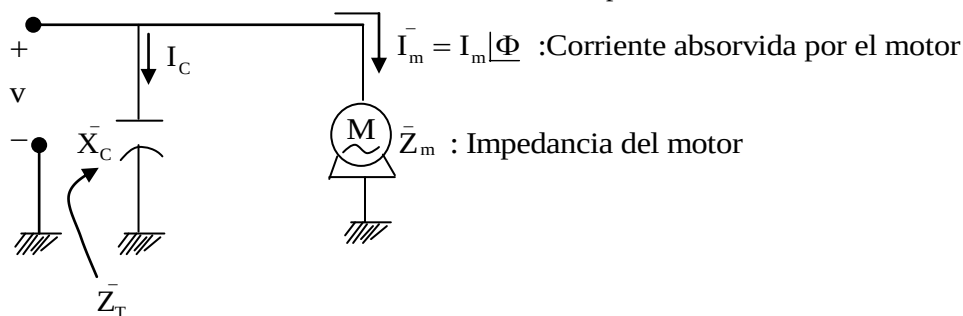
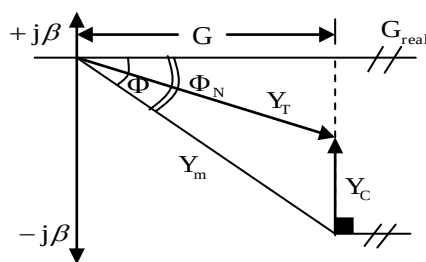


GRÁFICO DE ADMITANCIAS



Conductancia Suceptancia

$$\bar{Y}_T = \bar{Y}_C + \bar{Y}_m$$

$$\bar{Y}_T \cdot \text{Cos}\Phi_N = \bar{Y}_m \text{Cos}\Phi$$

$$\frac{1}{\bar{Z}_T} \text{Cos}\Phi_N = \frac{1}{\bar{Z}_m} \text{Cos}\Phi$$

$$\bar{Z}_T = \bar{Z}_m \left(\frac{\text{Cos}\Phi_N}{\text{Cos}\Phi} \right)$$

Sabemos que:

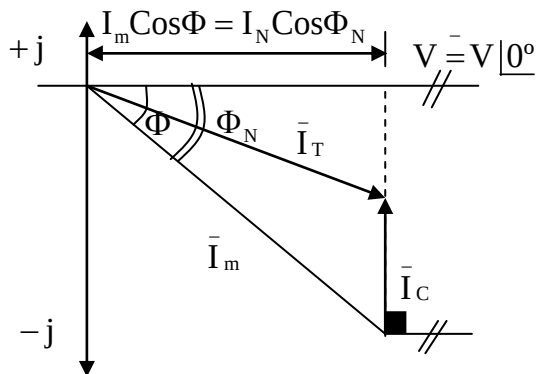
$$\Phi_N < \Phi \Rightarrow \cos\Phi_N > \cos\Phi$$

f.d.p. corregida > f.d.p. sin condensador

$$\Rightarrow (\bar{Z}_T > \bar{Z}_m)$$

$$\therefore |\bar{I}_G| < |\bar{I}_m| \approx \text{Ahorro!}$$

GRÁFICO DE CORRIENTES

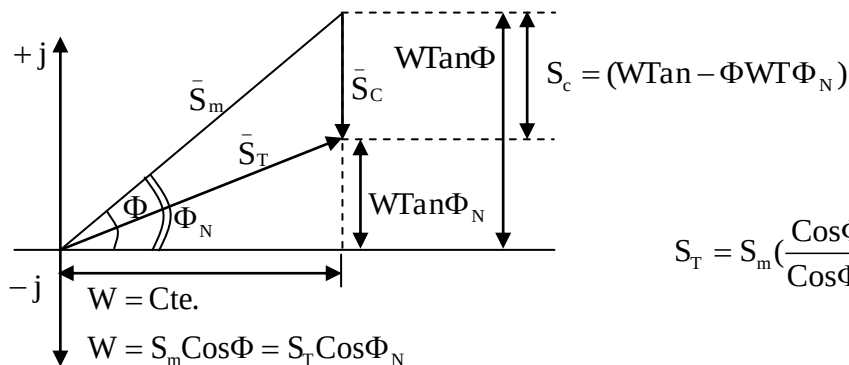


$$I_m \cos\Phi = I_T \cos\Phi_N$$

$$I_T = I_m \frac{\cos\Phi}{\cos\Phi_N}$$

$$I_T < I_m \quad \text{Ahorro!!}$$

GRÁFICO DE POTENCIAS



$$S_T = S_m \left(\frac{\cos\Phi}{\cos\Phi_N} \right)$$

$$W = S_m \cos\Phi = S_T \cos\Phi_N$$

$$\Phi_N < \Phi \Rightarrow \cos\Phi_N > \cos\Phi \Rightarrow S_T < S_m \quad \text{Ahorro!!}$$

$$\Rightarrow S_C = W(\tan\Phi - \tan\Phi_N) = \frac{V^2}{X_C}$$

$$X_C = \frac{V^2}{W(\tan\Phi - \tan\Phi_N)} = \frac{1}{WC}$$

Nota.- Si se coloca “en serie” un condensador, le elimina el efecto reactivo lo cual no es posible: “I” aumentaría lo cual destruiría al motor!!.

POTENCIA ELÉCTRICA EN RÉGIMEN SENOIDAL

$$p_{(t)} = v_{(t)} i_{(t)}$$

Pero :

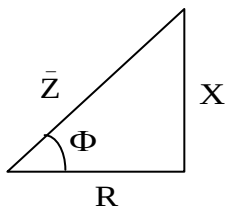
$$v_{(t)} = V_m \text{Sen} \omega t$$

$$i_{(t)} = I_m \text{Sen}(\omega t + \Phi)$$

$$p_{(t)} = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} [(1 - \text{Cos} 2\omega t) \text{Cos} \Phi + \text{Sen} 2\omega t * \text{Sen} \Phi]$$

Sacando Promedio:

$$P_m = \frac{1}{T} \int_0^T p_{(t)} dt = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \text{Cos} \Phi \quad \text{Potencia Activa}$$



$$\bar{Z} = R + jX$$

$$\bar{Z} = \sqrt{R^2 + X^2} \angle 0^\circ ; \quad \Phi = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{X}{R} \right)$$

Pero :

$$V_{\text{rms}} = I_{\text{rms}} Z$$

$$P_m = (I_{\text{rms}} Z)(I_{\text{rms}} \text{Cos} \Phi) = Z I_{\text{rms}}^2 \text{Cos} \Phi$$

$$P_m = (I_{\text{rms}}^2)(Z \text{Cos} \Phi) = R I_{\text{rms}}^2$$

$$\therefore P_m = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \text{Cos} \Phi = R I_{\text{rms}}^2 \quad \text{Potencia Activa}$$

Nota.- Potencia activa es igual a la potencia disipada por todos los elementos.

POTENCIA COMPLEJA

$$\bar{Z} = R + jX = Z \angle \Phi$$

Multiplicamos por una cantidad positiva:

$$(I_{\text{rms}})^2 \geq 0$$

$$Z(I_{\text{rms}})^2 = R(I_{\text{rms}})^2 + jX(I_{\text{rms}})^2$$

$$\therefore \boxed{S = \bar{W} + jQ}$$

UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Clasificación de Receptores Eléctricos.- Se clasifica atendiendo a la transformación energética que realizan y, a su vez, a la forma de llevar a cabo dicha transformación, podemos clasificar así: Receptores Electromecánicos (motores y transformadores), Fuentes de luz (lámparas), Aparatos de Calefacción.

RECEPTORES ELECTROMECAÑICOS.-

a) Motores de Corriente Continua.-

- © Con excitación serie
- © Con excitación independiente
- © Con excitación compound.

b) Motores de Corriente Alterna

- © Síncronos
- © Asíncronos

Monofásicos.-

- © Con bobina auxiliar de arranque
- © De espira en corto circuito
- © Con condensador

Trifásicos.-

- © Rotor en cortocircuito: Jaula de Ardilla y Doble Jaula
- © Rotor Bobinado con anillos rozantes
- © Rotor mixto.

Los que más se utilizan son los motores de corriente alterna asíncronos, trifásicos y monofásicos.

c) Universales.- Son todos los motores de uso preferentemente domésticos, tales como licuadoras, lavadoras, etc.

FUENTES DE LUZ.- Se clasifican de acuerdo al tipo de Lámparas:

a) Incandescencia.-

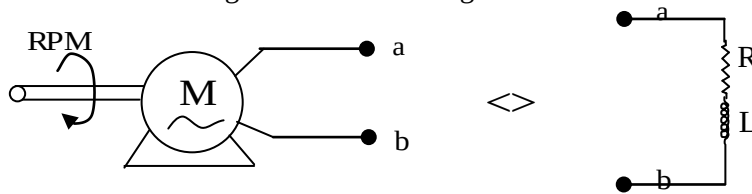
- © Estandar (15 a 2000 W, en ampollas)
- © Incandescentes reflectoras(tienen controlado un haz luminoso, utiliza aluminio al vacío)
- © Incandescentes halógenas (utiliza halógenos, evaporación de tungsteno del filamento)

b) Descarga de Gases.-

- © Vapor de mercurio
- © Luz mixta
- © Vapor de Sodio a baja presión
- © Fluorescentes.

MOTORES ELÉCTRICOS

Son máquinas eléctricas, constituidas por una bobina real (si es 1Φ) ó por bobinas idénticas (si es 3Φ), cuya función es convertir energía eléctrica en energía mecánica.



CLASES DE MOTORES

- A) Motores Jaula de Ardilla ó de Inducción (Motores de Estudio)
- B) Motores Universales (uso doméstico: lavadoras, licuadoras, etc)
- C) Motores Síncronos (Se mueve en sincronismo con el campo magnético giratorio que crean en sus devanados el estator).

EFICIENCIA Y % DE PLENA CARGA.-

Los Motores Eléctricos no son ideales, es decir, internamente producen pérdidas (fricción, cojinetes, carbones, ejes, etc)

$$\text{Eficiencia} = \eta = \frac{P_{\text{Mecanica}}}{P_{\text{Electrica}}} * 100\%$$

$$P_{\text{Mec}} < P_{\text{Elect}} \Rightarrow \eta \leq 1$$

$$1\text{HP} = 746 \text{ Watts.}$$

$$\therefore \eta = \frac{(\# \text{HP})}{P_{\text{Electrica}}} * 100\%$$

% DE PLENA CARGA.-

Es un factor que hay que corregir en los casos donde figure este dato. Si no se mencionan al respecto, asumimos que el motor está trabajando al 100% de plena carga.

MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA

© **Velocidad en Revoluciones por minuto (RPM):**
$$N = \frac{120 * f}{p}$$

Donde, **f**: Frecuencia y **p**: Número de polos.

© **Deslizamiento:**
$$S = \frac{N_0 - N}{N_0} * 100\%$$

Donde, **N₀**: Velocidad de vacío en RPM y **N**: Velocidad a plena carga (de placa) en RPM.

A) Motores Monofásicos.-

© Corriente:

$$I = \frac{HP * 746}{V * \eta * \cos\phi} \text{ (Amperios)}$$

Donde, **V**: Voltaje (Volt); **η**: Eficiencia; **Cosφ**: Factor de potencia.

© Potencia en la flecha:

$$HP = \frac{V * I * \eta * \cos\phi}{746}$$

B) Motores Trifásicos

© Corriente:

$$I = \frac{HP * 746}{\sqrt{3} * V * \eta * \cos\phi} \text{ (Amperios)}$$

Donde, **V**: Voltaje de Línea ó entre fases (Volt); **η**: Eficiencia; **Cosφ**: Factor de potencia.

© Potencia en la flecha:

$$HP = \frac{\sqrt{3} * V * I * \eta * \cos\phi}{746}$$

POTENCIA EN ALGUNAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

A) APARATOS DE LEVANTAMIENTO (ASCENSORES Y MONTACARGAS).-

Para el movimiento vertical la potencia requerida, se calcula:

$$P = \frac{G \cdot v \cdot 10^{-2}}{\eta} \text{ (Kw)}$$

Donde, **G**: Carga en Kg.; **P**: Potencia en Kw; **v**: Velocidad de levantamiento en m/seg.;
η: Rendimiento de la instalación.

Puede **G** tomar los valores siguientes:

- © Para reductor con engranajes: -0.7 a 0.9
- © Para reductor con bandas (poleas): 0.3 a 0.7

Nota.- El valor menor corresponde a reducciones importantes.

Se puede usar también la expresión:

$$HP = \frac{S \cdot v}{75 \cdot \eta} \text{ (Hp)}$$

Donde, **HP**: Potencia requerida del motor en HP; **S**: Fuerza tangencial en la polea de arrastre en Kg.;
v: velocidad tangencial del tambor en m/seg; **η**: Rendimiento de la instalación

B) BOMBAS ELEVADORAS.-

La potencia requerida por una bomba se calcula:

$$P = \frac{Q \cdot H \cdot 10^{-2}}{\eta} \text{ (Kw)}$$

Donde, **H**: Altura manométrica en metros; **P**: Potencia en Kw; **Q**: Capacidad de la Bomba en Lts/seg; **η**: Rendimiento de la instalación.

Se toma el Rendimiento de la instalación de acuerdo a lo siguiente:

Bombas Centrífugas: 0,4 a 0,8
Bombas de Pistón: 0,6 a 0,7

La altura manométrica se calcula como:

$$H = H_A + H_R + P$$

Donde, **H_A**: Altura de aspiración (mts); **H_R**: Altura de Recurrencia (mts); **P**: Pérdidas en tuberías, codos, etc. (mts)

Se puede usar también la expresión:

$$HP = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta} (Hp)$$

Donde, **HP**: Potencia requerida del motor en HP; **H**: Altura de elevación del agua en Mts.;

η: Rendimiento de la instalación (0,6 a 0,7).

C) VENTILADORES.-

La potencia que demanda un ventilador, se calcula:

$$P = \frac{Q \cdot p \cdot 10^{-2}}{\eta} (Kw)$$

Donde, **P**: Potencia en Kw; **p**: Presión total en mm de agua; **Q**: Gasto m³/seg.; **η**: Rendimiento del ventilador (0,2 a 0,3 para ventilador de hélice; 0,5 a 0,75 para ventilador centrífugas).

Ejemplo.-

Un motor eléctrico mediante un mecanismo levanta una masa de 500 Kg. A una altura de 25 Mts., en 10 seg. Calcular la potencia desarrollada por el motor en Kw y en Hp.

Solución.-

$$\text{Potencia} = \frac{W}{t} = \frac{\text{Trabajo}}{\text{Tiempo}}$$

La tensión el cable es:

$$F = 9.8 \cdot M = 9.8 \cdot 500 = 4900 \text{ Newton.}$$

El trabajo desarrollado es:

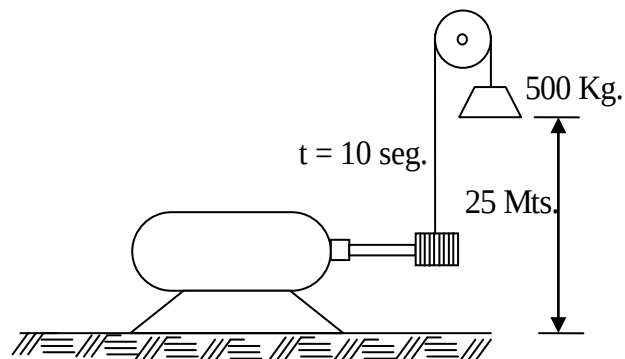
$$W = F \cdot H = 500 \cdot 25 = 12500 \text{ Joules.}$$

La potencia es:

$$\text{Potencia} = \frac{W}{t} = \frac{12500}{10} = 1250 \text{ (Watts)}$$

Expresando en HP:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Watts}}{746} = \frac{1250}{746} = 1.68 \text{ (HP)}$$



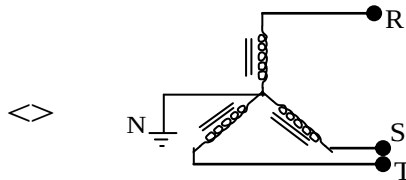
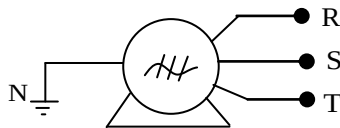
SISTEMAS TRIFÁSICOS (3Φ)

Los sistemas 3Φ respecto de los 1Φ son los de bajo costo, transmiten más potencia (casi el doble) y por consiguiente son más versátiles con la conexión de cargas.

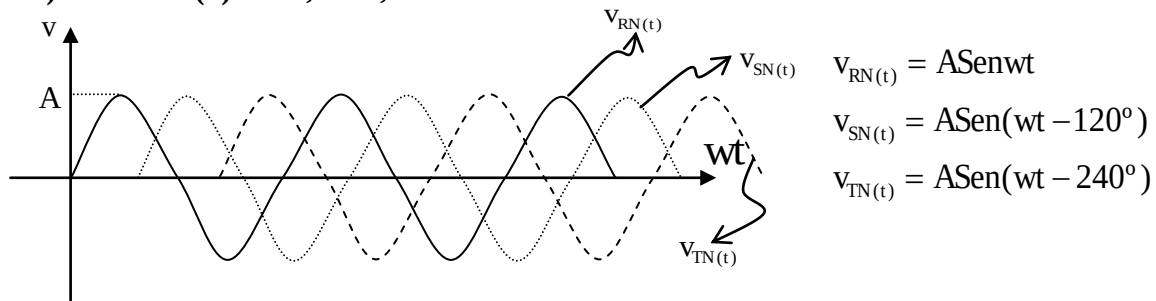
*Existen sistemas balanceados y desbalanceados.

GENERACIÓN DE SISTEMAS 3Φ.-

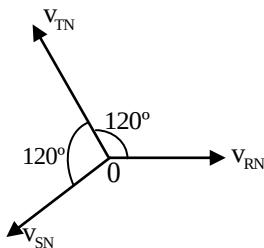
Ondas instantáneas:



A) Secuencia (+): RST; STR; TRS



Notación Fasorial.-

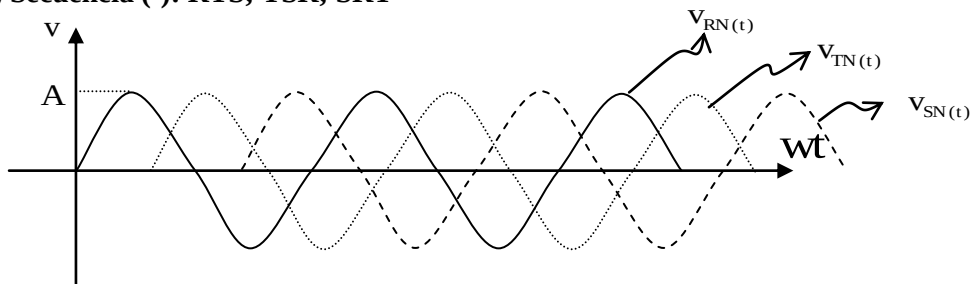


$$\bar{V}_{RN} = \frac{A \angle 0^\circ}{\sqrt{2}}$$

$$\bar{V}_{SN} = \frac{A \angle -120^\circ}{\sqrt{2}}$$

$$\bar{V}_{TN} = \frac{A \angle 120^\circ}{\sqrt{2}}$$

B) Secuencia (-): RTS; TSR; SRT

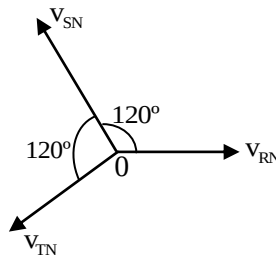


$$v_{RN(t)} = A \sin \omega t$$

$$v_{TN(t)} = A \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$v_{SN(t)} = A \sin(\omega t + 120^\circ)$$

Notación Fasorial.-



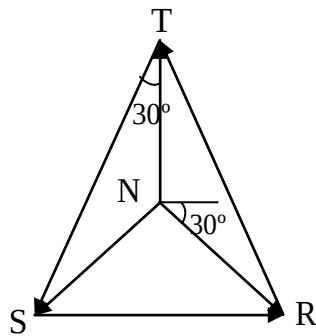
$$\bar{V}_{RN} = \frac{A|0^\circ}{\sqrt{2}}$$

$$\bar{V}_{TN} = \frac{A|-120^\circ}{\sqrt{2}}$$

$$\bar{V}_{SN} = \frac{A|120^\circ}{\sqrt{2}}$$

DETERMINACIÓN DE VOLTAJES DE LÍNEA Y DE FASE EN FORMA GRÁFICA

A) Secuencia (+).-



Voltaje de Fase

$$\bar{V}_{RN} = V_f \underline{-30^\circ}$$

$$\bar{V}_{SN} = V_f \underline{-150^\circ}$$

$$\bar{V}_{TN} = V_f \underline{90^\circ}$$

Donde :

$$V_L = \sqrt{3}V_f$$

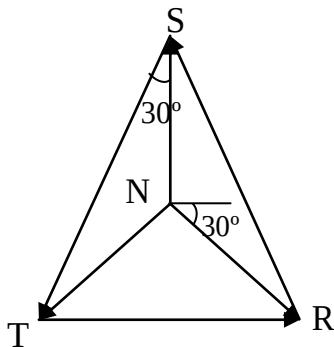
Voltaje de Linea

$$\bar{V}_{RS} = V_L \underline{0^\circ}$$

$$\bar{V}_{ST} = V_L \underline{-120^\circ}$$

$$\bar{V}_{TR} = V_L \underline{120^\circ}$$

B) Secuencia (-).-



Voltaje de Fase

$$\bar{V}_{RN} = V_f \underline{-30^\circ}$$

$$\bar{V}_{SN} = V_f \underline{90^\circ}$$

$$\bar{V}_{TN} = V_f \underline{-150^\circ}$$

Donde :

$$V_L = \sqrt{3}V_f$$

Voltaje de Linea

$$\bar{V}_{RT} = V_L \underline{0^\circ}$$

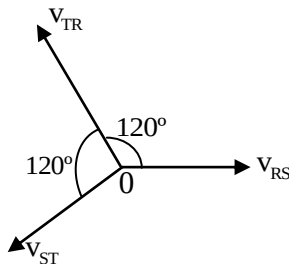
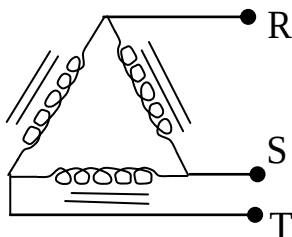
$$\bar{V}_{ST} = V_L \underline{-120^\circ}$$

$$\bar{V}_{SR} = V_L \underline{120^\circ}$$

FORMA FASORIAL DE UN GENERADOR (3Φ)

Se asume que el generador 3Φ es balanceado, desfasados entre sí 120°.

A) Tipo Delta(Δ)



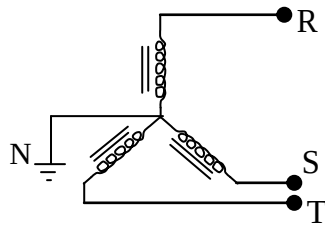
Voltaje de Linea

$$\bar{V}_{RS} = V_L \underline{0^\circ}$$

$$\bar{V}_{ST} = V_L \underline{-120^\circ}$$

$$\bar{V}_{TR} = V_L \underline{120^\circ}$$

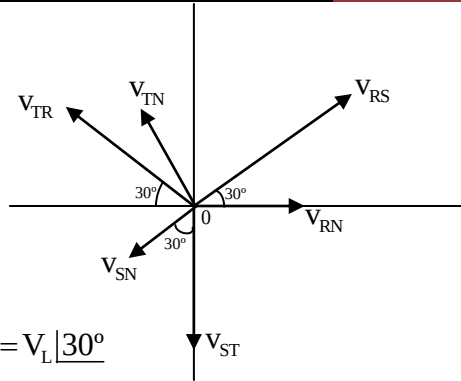
B) Tipo Delta(Y)



$$\bar{V}_{RN} = V_f \angle 0^\circ$$

$$\bar{V}_{SN} = V_f \angle -120^\circ$$

$$\bar{V}_{TN} = V_f \angle 120^\circ$$



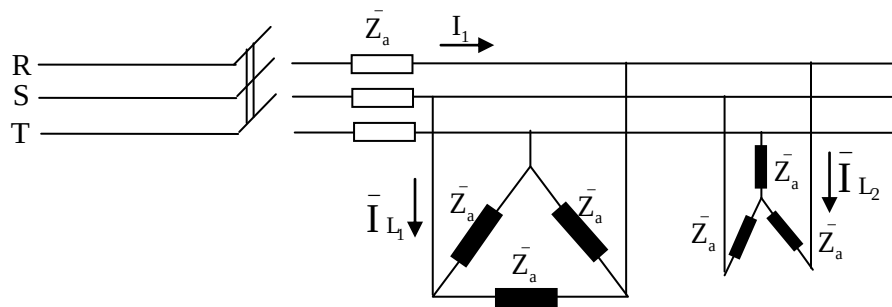
$$\bar{V}_{RS} = V_L \angle 30^\circ$$

$$\bar{V}_{ST} = V_L \angle -90^\circ$$

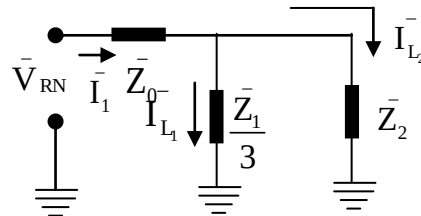
$$\bar{V}_{TR} = V_L \angle 150^\circ$$

CARGAS TRIFÁSICAS

A) CARGAS TRIFÁSICAS BALANCEADAS.-

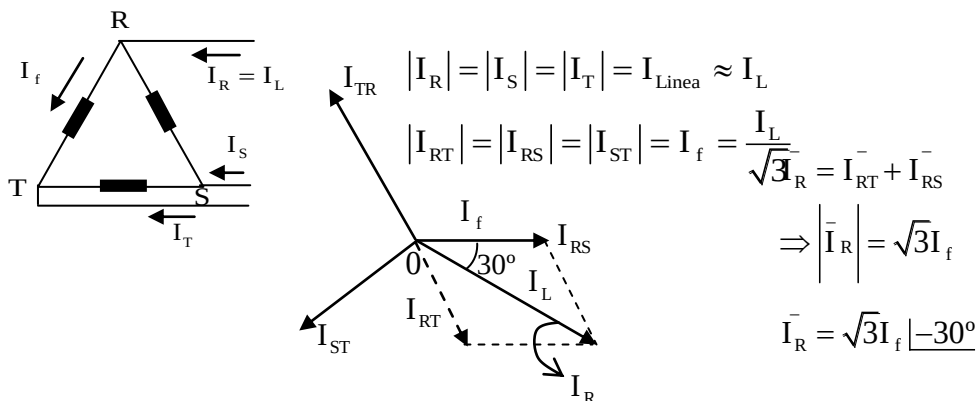


Cuando las cargas son balanceadas, podemos trabajar con la tercera parte de la red, con el circuito equivalente:



Escogemos "R" (línea) respecto del neutro, es decir trabajamos sólo con la tensión de fase; se conservan los llamados corrientes de línea: $\bar{I}_1, \bar{I}_2, \bar{I}_3$.

En una carga balanceada, las corrientes son iguales en módulo y desfasados 120° .



B) CARGAS TRIFÁSICAS DESBALANCEADAS.-

Son los casos en que las cargas en cada línea son diferentes, en estos casos no se trabaja con circuitos monofásicos equivalentes.

Se debe observar que ahora las corrientes del sistema son diferentes en módulo y en ángulo.

POTENCIA TRIFÁSICA (3Φ)

Sea una red Balanceada:

$$P_{1(t)} = V_m I_m \text{Sen}(wt - \Phi) \text{Sen}wt$$

$$P_{2(t)} = V_m I_m \text{Sen}(wt - 120^\circ) \text{Sen}(wt - 120^\circ - \Phi)$$

$$P_{3(t)} = V_m I_m \text{Sen}(wt + 120^\circ) \text{Sen}(wt + 120^\circ - \Phi)$$

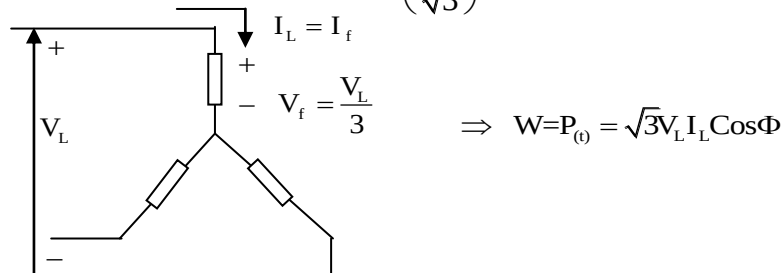
$$P_{(t)} = P_{1(t)} + P_{2(t)} + P_{3(t)}$$

$$P_{(t)} = V_m I_m [\text{Sen}(wt - \Phi) \text{Sen}wt + \text{Sen}(wt - 120^\circ) \text{Sen}(wt - 120^\circ - \Phi) + \text{Sen}(wt + 120^\circ) \text{Sen}(wt + 120^\circ - \Phi)]$$

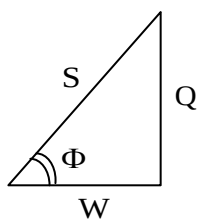
$$P_{(t)} = \frac{3}{2} V_m I_m \text{Cos}\Phi = \text{Cte.} = 3 \left(\frac{V_m}{\sqrt{2}} \right) \left(\frac{I_m}{\sqrt{2}} \right) \text{Cos}\Phi = 3(V_{\text{rms}})(I_{\text{rms}}) \text{Cos}\Phi$$

Nota.- La potencia instantánea trifásica balanceada es una constante; en cambio la potencia de una carga monofásica depende del tiempo.

Asumimos un sistema en Y: $P_{3\Phi(t)} = 3 \left(\frac{V_L}{\sqrt{3}} \right) (I_L) \text{Cos}\Phi$



TRIÁNGULO DE POTENCIAS.-



$$S = \sqrt{3} V_L I_L \Rightarrow \text{Potencia Aparente}$$

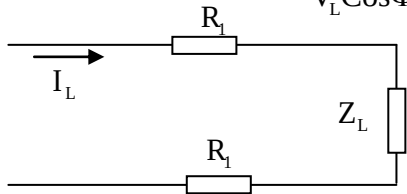
$$Q = \sqrt{3} V_L I_L \text{Sen}\Phi \Rightarrow \text{Potencia Reactiva}$$

$$W = \sqrt{3} V_L I_L \text{Cos}\Phi \Rightarrow \text{Potencia Activa}$$

COMPARACIÓN DE UN SISTEMA 3Φ Y 1Φ

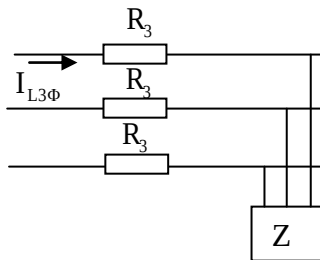
La potencia del sistema 3Φ es constante y es 3 veces más que la potencia de un sistema 1Φ. Si se aplica a un motor de inducción, se verá que el motor 3Φ es constante respecto al 1Φ que es pulsatorio.

Sistema 1Φ: $I_L = \frac{P}{V_L \cos \Phi}$



$$\text{Perdidas } L_{1\Phi} = 2 \frac{I_{L1\Phi}^2}{R_1} = \frac{P^2}{V_L^2 \cos^2 \Phi} * 2R_1$$

Sistema 3Φ: $I_L = \frac{P}{\sqrt{3} V_L \cos \Phi}$



$$\text{Perdidas } L_{3\Phi} = 3 I_{3\Phi}^2 R_3 = \frac{P^2}{3 V_L^2 \cos^2 \Phi} * 3R_3$$

Pero:

Si $R_1 = R_3$

Entonces:

$$\text{Perdidas Transmision } 3\Phi = \frac{1}{2} \text{ Perdidas Transmision } 1\Phi$$

Nota.-La transmisión 3Φ implica en peso, tamaño del cable ó conductor.

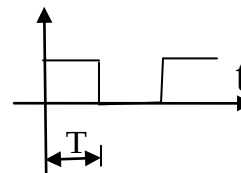
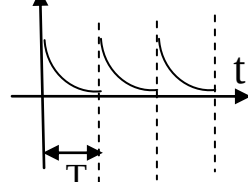
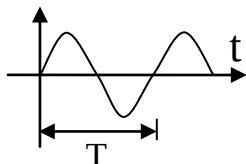
INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Formas de Onda.- En circuitos básicos, se estudian formas de onda periódicas:

$$f_{(t)} = f_{(t+nT)}$$

$n = \#$ entero

$T =$ Periodo



Valor Promedio ó Valor Medio Aritmético.-

$$Y_{\text{prom}} = \frac{1}{T} \int_0^T Y_{(t)} dt = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} Y_{(t)} dt$$

Si :

$$Y_{(t)} = Y_m \text{Sen} \omega t$$

$$\Rightarrow Y_{\text{prom}} = \frac{1}{T} \int_0^T Y_{(wt)} dwt = \frac{1}{T} \int_{wt_0}^{wt_0+T} Y_{(wt)} dwt$$

Valor Cuadrático Medio ó Valor Efectivo.-

$$Y_{\text{ef}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (Y_{(t)})^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} (Y_{(t)})^2 dt}$$

Factor de Forma.-

$$F.F. = \frac{Y_{\text{ef}}}{Y_{\text{medio, Prom}}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} (Y_{(t)})^2 dt}}{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} Y_{(t)} dt}$$

PRINCIPALES TIPOS DE APARATOS DE MEDIDA

Los aparatos de medida estudia el curso de Metrología Eléctrica.

Clasificación:

a) Cuadro Móvil

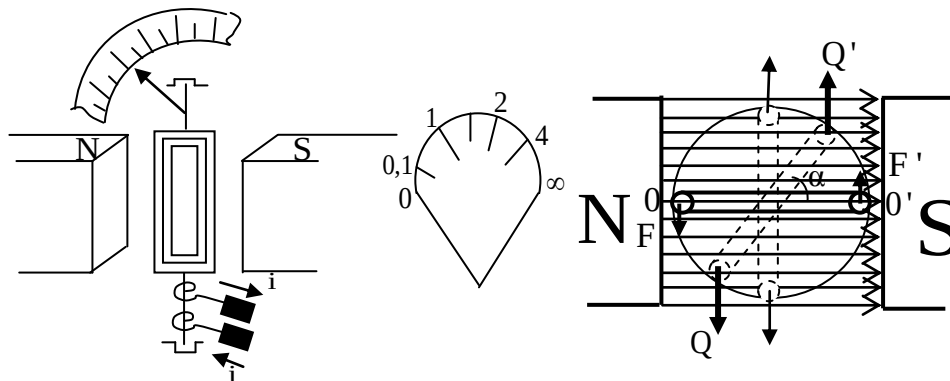
b) Hierro Móvil

c) Electrodinámico ò Electrodinamométrico

d) Digitales.

APARATOS DE CUADRO MÓVIL

Es a base de corriente continua.



Se trata de una bobina giratoria en un campo magnético, supuesto uniforme.

Existen unos resortes que tienden a mantener la bobina en posición 00'. Al propio tiempo, dan entrada y salida a la corriente I, que ha de circular por η espiras de la bobina.

Sobre la bobina, en posición QQ', actúa un par motor:

$$M_m = K_m \beta I l \cos \alpha \dots \dots \dots (1)$$

Donde :

I : Corriente circulante (Amp)

α : angulo de desplazamiento

β : Campo Magnetico($\frac{Wb}{m^2}$)

M_m : Par motor

l : longitud del conductor enrollado

K_m : Constante de proporcionalidad

El par resistente, motivado por los resortes, se aceptará proporcional al ángulo α :

$$M_r = K_r \alpha \dots \dots \dots (2)$$

Donde :

M_r : Par resistente de resortes

K_r : Constante de proporcionalidad del resorte

Para una corriente I, la posición de equilibrio se logrará cuando:

$$(1) = (2):$$

$$M_m = M_r$$

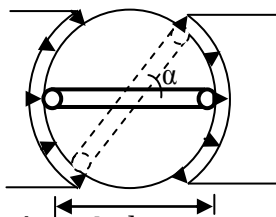
$$K_m \beta I \cos \alpha = K_r \alpha$$

$$\Rightarrow I = \left(\frac{K_r}{K_m} \frac{1}{\beta l} \right) * \frac{\alpha}{\cos \alpha}$$

$$I = K * \frac{\alpha}{\cos \alpha}$$

*Esta correspondencia entre corrientes y ángulos motiva el tipo de escala irregular.

Con el uso de la disposición constructiva a base de un campo magnético radial, regular, se consigue una escala también regular:



$$M_m = K_m I \beta l \dots \dots (3)$$

$$M_r = K_r \alpha \dots \dots (4)$$

$$(3) = (4):$$

$$I = \left(\frac{K_r}{K_m} \right) \left(\frac{1}{\beta l} \right) (\alpha)$$

$$I = K_m (\alpha)$$

En la práctica los campos magnéticos utilizados no son los dos anteriores, ni tampoco es lo característico de este tipo de instrumentos.

Por lo tanto, en general, el par motor es proporcional a la corriente I, y a una función empírica del ángulo α :

$$M_m = I f(\alpha)$$

$$M_r = K_r \alpha$$

$$I = K_r * \frac{\alpha}{f(\alpha)} = f_1(\alpha)$$

De esta forma se pueden conseguir distintos tipos de escalas.

Estos aparatos se usan como:

a) Amperímetros: a base de construirlos con reducida resistencia interna (se construyen para corrientes reducidas, de forma que suelen trabajar en paralelo con algún "Shunt").

b) Voltímetros.- a base de resistencias propia elevada (la resistencia interna puede estar incorporado al aparato, o tratarse de una resistencia externa en serie.)

c) Galvanómetros Deprez- d'Arsonval .- (algunas particularidades son:

☞ Carecen de aguja: el indicador está suplido por un rayo de luz que se refleja sobre un espejo que gira con la bobina. El resistente no está creado por resortes, sino por hilos ó cintas de torsión) . Son aparatos de bobina móvil.

Supóngase que por la bobina circula corriente alterna senoidal pura.

En tal caso se crearán pares motores alternativos, según sea el sentido de la corriente. Por la inercia normal de los elementos móviles, éstos no pueden seguir las oscilaciones, de forma que la bobina permanece estática, en la posición (0-0').

Por lo tanto, los de Bobina Móvil ó Cuadro Móvil, no son utilizable en corriente alterna.

Nota- Mediante rectificadores se puede utilizar en corriente alterna.

Los de Bobina Móvil, se pueden emplear para corrientes (tensiones) no continuas, periódicas unidireccionales (si fuese periódico no unidireccional el valor algebraico). En tal caso miden valores medios aritméticos de corrientes (tensiones). Supóngase que circula una corriente i (por ejemplo) unidireccional, temporalmente variable, pero periódica. Por inercia del sistema móvil (si la frecuencia es suficiente), éste quedará estática, en posición correspondiente a determinado ángulo α . La intensidad variable motivará pares, variables a su vez, correspondientes a las corrientes en esta posición. De acuerdo con la Mecánica, la posición de equilibrio corresponde a un ángulo α , tal que el par M_r sea igual a la media aritmética de los pares M_m .

Siendo M_m , de la forma:

$$M_m = i f_{(\alpha)}$$

La media aritmética sera, para una posición determinada ($\alpha = \text{cte}$)

$$M_{m \text{ aritmética}} = \bar{i} f_{(\alpha)}$$

Luego, la posición de equilibrio vendrá determinado por:

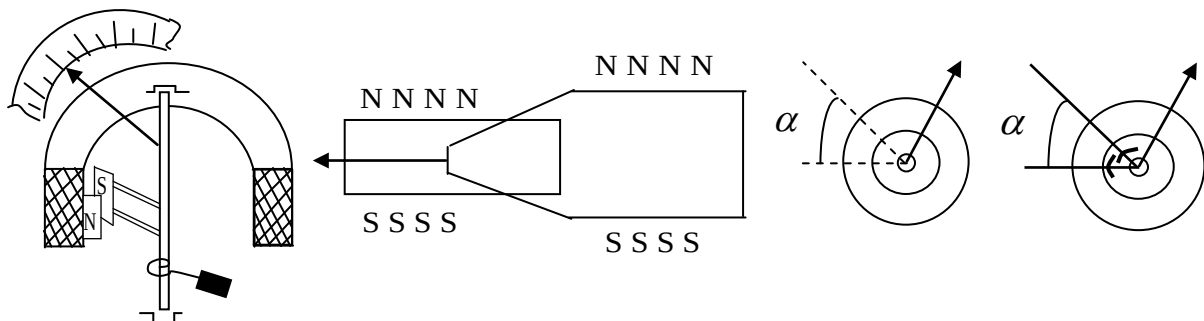
$$K_r \alpha = \bar{i} f_{(\alpha)} \Rightarrow \bar{i} = f_{1(\alpha)}$$

Por lo tanto, los aparatos de bobina móvil son, teóricamente, aparatos medidores de valores medios aritméticos. En el desarrollo de Fourier es el término constante (componente continua). Los amperímetros de cuadro móvil son los indicadores para las instalaciones de electrólisis.

APARATOS DE HIERRO MÓVIL

Consideremos Corriente Continua.

A diferencia de las anteriores (momentos motores proporcionales a I), tienen pares motores proporcionales a I^2 . Existen disposiciones posibles. Al circular corriente por la bobina, en las placas ferromagnéticas, móvil y fija, se crean polaridades enfrentadas del mismo nombre y por consiguiente fuerzas de repulsión.



Como no se puede alcanzar la saturación, las fuerzas de repulsión para $\alpha = \text{Cte.}$, son proporcionales a I^2 . En las laminillas ferromagnéticas, es fácil ver cómo actúa la fuerza de repulsión. La relación entre el momento y el ángulo α , depende de la forma de las laminillas.

En general:

$$M_m = I^2 f(\alpha) \dots \dots \dots (5)$$

$$M_r = K_r \alpha \dots \dots \dots (6)$$

$$(5)=(6)$$

$$I^2 = K_r * \frac{\alpha}{f(\alpha)}$$

Nota :

Cuadro movil: $\alpha \rightarrow I$ Correspondencia biunivoca

Hierro movil: $\alpha \rightarrow I^2$ No es correspondencia biunivoca
a +I y a -I le corresponde un mismo valor de α

Observaciones en Aparatos de Hierro Móvil

a) Si se invierten el sentido de circulación de la I en la bobina no cambia el sentido de la desviación de la aguja. Resulta del hecho de no alterar el signo de I^2 . son empleados para corriente continua, no pueden indicar el sentido de circulación.

b) Si se suministra corriente periódica (i), aún son los cambios de sentido persisten las fuerzas repulsivas.

c) Tratándose de corrientes senoidales ó temporales periódicas, mostrará algún tipo de indicación, diferente a nula.

En consecuencia, adopta una α tal que el momento resistente resulta ser igual a la media aritmética de los momentos motores:

$$M_r = (M_m)_{\text{mediaritmética}} ;$$

$$K_r \alpha = [i^2 f_{(\alpha)}]_{\text{mediaritmética}}.$$

Y, corresponde α a una posición fija,

Existe una correspondencia entre los ángulos α y los cuadrados de los valores eficaces de las corrientes periódicas:

$$I^2 = I_{\text{ef}}^2 = K_r * \frac{\alpha}{f(\alpha)} \quad K_r \alpha = f_{(\alpha)} [i^2]_{\text{mediaritmética}} = f_{(\alpha)} i_{\text{ef}}^2.$$

Estos aparatos se usan como:

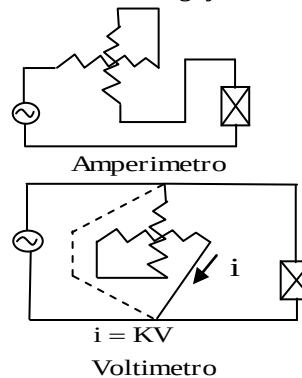
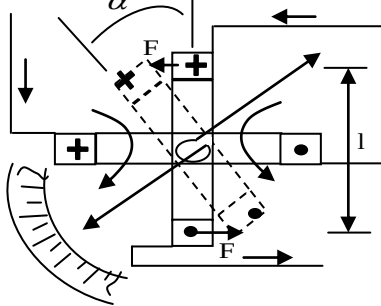
a) Medidores de valores eficaces

b) Medidores de C.C. y C. A. con indicaciones de valores eficaces

c) Se utilizan como voltímetros ó amperímetros, a base de la resistencia de la bobina (eventualmente resistencia previa).

APARATOS ELECTRODINOMOMÉTRICOS

Constituidos por dos bobinas. Una de ellas es fija; la otra móvil, tiene la aguja indicadora. El resorte proporciona el par resistente.



Par motor: $M_m = Flf_{1(\alpha)}$ en campo uniforme $f_{1(\alpha)} = \cos\alpha$

$$F = K' i \beta$$

La inducción β dependerá de la región del espacio, es decir, del ángulo α , y además, será proporcional a i , luego:

$$M_m = K' i \beta(\alpha) l f_{1(\alpha)} = K' i K'' i f_{2(\alpha)} l f_{1(\alpha)}$$

$$M_m = i^2 f_{3(\alpha)}$$

$$M_r = K_r \alpha \Rightarrow \therefore i^2 = K_r \frac{\alpha}{f_{3(\alpha)}} = f_{4(\alpha)}$$

O sea lo mismo que en el caso de los aparatos de hierro móvil.

Estos aparatos se usan como:

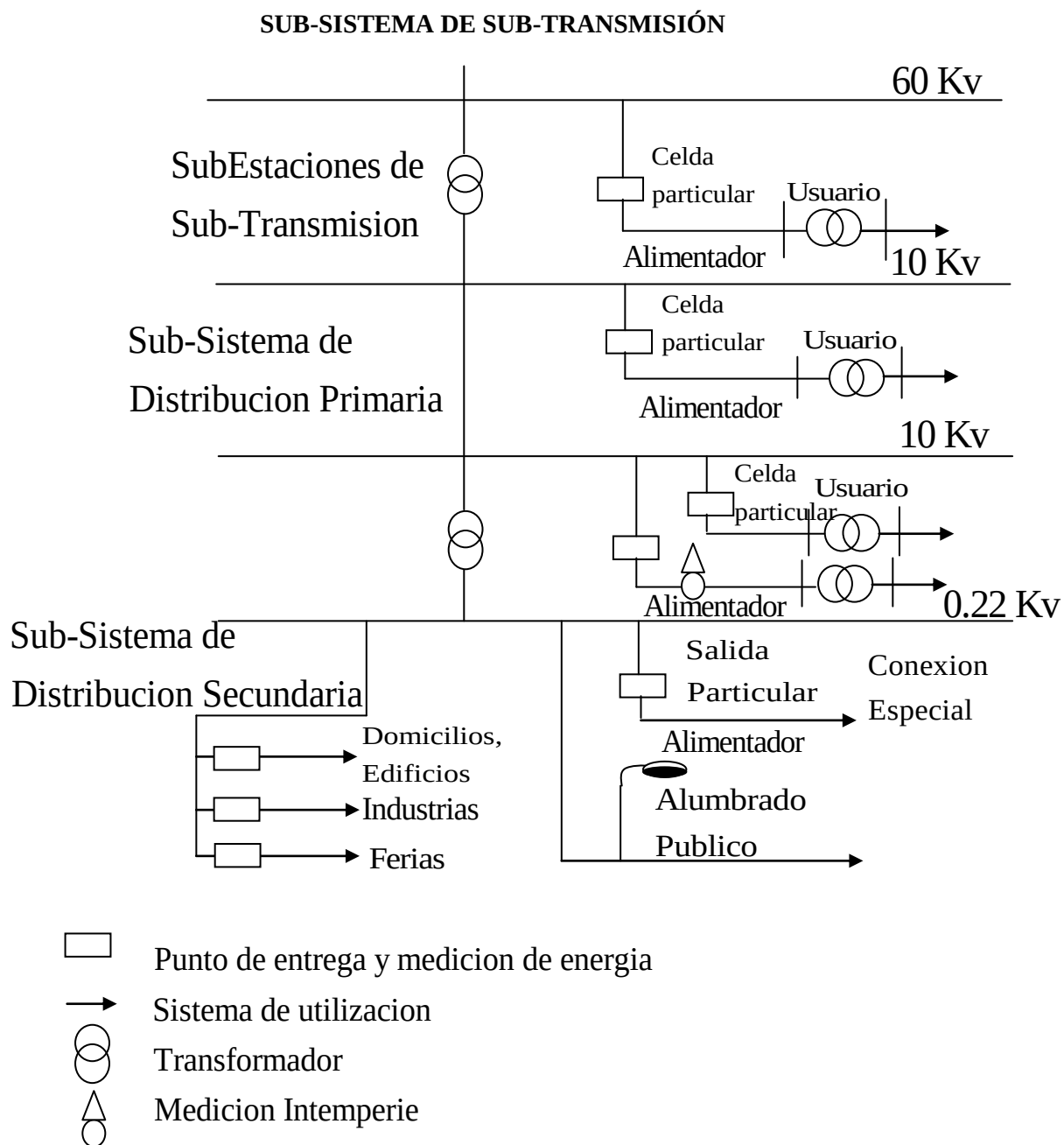
- Teóricamente medidores de valores eficaces
- Medidores de C. C. y C. A.
- Medidores de Amperímetros ó Voltímetros
- Watímetros electrodinamométricos.

INSTRUMENTOS DIGITALES

Los aparatos digitales proporcionan en forma numérica decimal los valores medidos.

Observaciones.-

- Evita errores de lectura (estimación y paralelaje)
- Facilitan la transmisión de datos que se pueden registrar numéricamente (sustituyendo al registro gráfico)
- Se puede introducir los datos en una memoria ó en una procesadora de datos.



INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES (RESIDENCIALES)

DEFINICIONES BÁSICAS.-

- a) **SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN:** Es el conjunto de instalaciones de entrega de energía eléctrica a los diferentes usuarios y comprende: los sub- sistemas de distribución primaria y secundaria, las instalaciones de alumbrado público, las conexiones y el punto de entrega.
- b) **SUMINISTRO ELECTRICO** Abastecimiento de energía eléctrica dentro del régimen establecido por la Ley General de Electricidad N° 23406 y su Reglamento.
- c) **USUARIO:** Persona natural o jurídica que ocupa un predio y está en posibilidad de hacer uso del suministro eléctrico correspondiente.
- d) **CONEXIÓN:** _Conjunto de dispositivos e instalaciones requerido para la alimentación de un suministro; comprende la acometida y la caja de conexión, sea esta simple o en derivación, pudiendo estar relacionado directamente con el (los) alimentador (es) y/o la (s) caja (s) de derivación o toma.
- e) **ACOMETIDA:** Parte de la instalación de una conexión comprendida desde el sub- sistema de distribución secundaria hasta los bornes de entrada de la caja de conexión o la caja de toma; incluyendo el empalme y los cable o conductores instalados.
- f) **CAJA DE CONEXIÓN:** Aquella caja destinada a albergar los equipos de control, medición y/o protección del suministro de energía a una edificación.
- g) **CAJA DE DERIVACIÓN:** _ Aquella caja destinada a alimentar a partir de ella a otras conexiones.
- h) **PUNTO DE ENTREGA:** Constituido por los equipos de control limitación, registro y medición de la energía eléctrica proporcionada.
- i) **SISTEMA DE UTILIZACIÓN:** Es aquel constituido por el conjunto de instalaciones destinado a llevar energía eléctrica suministrada a cada usuario desde el punto de entrega hasta los diversos artefactos eléctricos en los que se produzca su transformación en otras formas de energía.
- j) **ALIMENTADOR:** Conductores de un circuito que transmiten la energía eléctrica desde un centro de suministro tal como un transformador, tablero de distribución, centro de distribución, generador u otra fuente de suministro al dispositivo de sobre corriente.
- k) **DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN:** _Mecanismo electromecánico de corte de energía, constituido por un fusible o cualquier tipo de interruptor.
- l) **EQUIPO DE MEDICIÓN:** Conjunto formado por el (los) medidor(es) requerido(s) para registrar la utilización de energía eléctrica de un suministro.

PARTES DE UN PROYECTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICA INTERIORES

1. **Generalidades.**-Contiene los alcances del Proyecto, nombres del propietario, Códigos, Reglamentos, en los cuales se basa el desarrollo del mismo.
2. **Ubicación Geográfica.**- Describe el País, la Región, Departamento, Distrito, Avenida, Calle, Jirón, etc, vías de comunicación, coordenadas UTM, referencias respecto de la localización exacta donde se realizará el Proyecto.
- 3.-**Alcances.**-Contiene una descripción en forma genérica de las partes que comprenderá el diseño del Proyecto, como por ejemplo: Sistema de Mediana Tensión, Sistema de Baja Tensión, Sistema de Instalaciones Interiores, Sistemas Auxiliares, Sistemas Especiales, Otros Sistemas
3. **Descripción de las Instalaciones.**-Contiene los detalles de las partes indicadas en el ítem anterior, como por ejemplo:
 - © **Sistema de Mediana Tensión.**- Comprenderá la instalación de las redes de mediana tensión desde el punto de entrega hasta la Sub- Estación de transformación, con sus respectivos tableros.
 - © **Sistema de Baja Tensión .**-Comprenderá desde los tableros anteriormente mencionados, hasta la red de alimentadores, con sus respectivos ductos y/o sistemas adecuados para tal fin, siguiendo con las redes de alumbrado, tomacorrientes, redes de fuerza, redes auxiliares, y todo el sistema eléctrico adecuado para que el proyecto entre en funcionamiento total, así como la colocación e instalación de artefactos adecuados para tal fin.
4. **Suministro de Energía Eléctrica.**-Comprenderá el nivel de tensión, si es 1Ø ó 3 Ø y de acuerdo a la calificación eléctrica y/o la clasificación del Tipo de “R”.
5. **Potencia Instalada y Máxima Demanda.**- Se realizarán las Potencias Instaladas y las Máximas Demandas, para cada uno de los sistemas, comenzando desde la acometida, redes alimentadores, instalaciones interiores, tableros, etc, y; de acuerdo a un procedimiento preestablecido.
6. **Bases de Cálculo.**- Se especificará todos los reglamentos y/o normas que se utilizarán para el desarrollo del proyecto, como por ejemplo el Código Nacional de Electricidad 2001, los Reglamentos de Ministerio de Energía y Minas, recomendaciones del ente supervisor de la energía eléctrica OSINERG, etc. Todo esto se tendrá que utilizar para calcular el alumbrado, tomacorrientes, calificaciones eléctricas del predio, cargas especiales: cocinas, termas y otros.
7. **Sistema de Tierra.**-Existen varios modelos, tipos y formas, se deberá optar por un sistema y realizar sus cálculos correspondientes. Se sugiere uno para el sistema de baja tensión, otro para el pararrayo y otro para el sistema de cómputo.
8. **Alcances de los Trabajos del Contratista General.**-Se deberá especificar absolutamente todos los trabajos que va a realizar para el proyecto, sin obviar ningún acápite y/o tema. Se sugiere se realice en forma detallada cada uno de los trabajos. Como por ejemplo, la entrega de materiales será en el almacén y

en buenas condiciones, corriendo a cargo del reemplazo del contratista en caso de deterioro y/o en caso de haber realizado un montaje no correcto.

9. Especificaciones Técnicas de Materiales.- Los materiales a utilizarse serán de reconocida calidad y marca y forma de almacenaje, cumpliendo los estándares Nacionales e Internacionales que exija la norma correspondiente. Entonces los datos los proveerán los fabricantes y/o proveedores, con sus respectivas garantías del caso. Se tendrán que especificar para cada uno de los materiales usados en el proyecto.

10. Especificaciones Técnicas de Montaje e Instalación.- Esta parte es la que contiene explicado el procedimiento usado para el montaje e instalación de los materiales especificados en el ítem anterior. Como por ejemplo las tuberías serán instalados antes del vaciado del concreto y de acuerdo a la norma correspondiente.

11. Cálculos Justificativos.- Se tendrá que realizar los cálculos correspondientes de absolutamente todos los materiales utilizados en el Proyecto, de tal manera que esté claro del porqué se utilizan cada uno de los elementos y no otros.

12. Planos y Esquemas especiales.- Se trabajarán específicamente con los siguientes planos:

© **Plano de ubicación** **Escala: 1/100**

Las características principales a contemplarse serán: donde se encuentra la ubicación exacta del terreno, medidas perimétricas, áreas techadas c/planta, áreas libres; deberá esta dentro de una manzana y respecto a dos o tres calles, indicando el Norte Magnético, se preverá el lugar donde será colocado el medidor de energía eléctrica.

© **Plano de Plantas ó Niveles** **Escala: 1/50**

Las características principales a contemplarse serán: la ubicación, distribución y medidas perimétricas de los ambientes, indicando la ubicación de puertas, ventanas, techos, aleros, voladizos, ductos, y; así como también la ubicación de los muebles fijos y móviles y/u otro aparato especial necesario.

© **Plano de Cortes y Detalles** **Escala: 1/50**

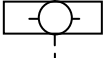
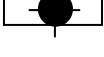
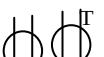
Las características principales a contemplarse serán: Escalera con sus pasos, contrapasos y descansos, alturas del nivel de piso terminado (NPT); los techos bajos, falsos y su inclinación; alturas de puertas, mamparas, ventanas; variaciones arquitectónicas como mayólicas y otros detalles. Y todos los cortes necesarios para observar lo que no se puede en el plano de plantas ó niveles.

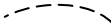
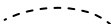
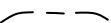
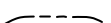
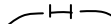
© **Plano de Fachadas y Elevaciones** **Escala: 1/50**

Las características principales a contemplarse serán: la fachada principal, con la ubicación del medidor de energía, letreros, retiros jardines y otros, y; posterior con las características de cada caso amerite.

13. Metrados y Presupuesto.- Se utilizarán las plantillas (un cuadro) que resuman de donde inician y a donde van, Tuberías, Conductores, Cajas, Tomacorrientes, Interruptores, Placas, aditamentos especiales y/o especificados de acuerdo al requerimiento, para finalmente obtener los totales de una manera fácil y sencilla. Además se contemplarán los cálculos económicos usados en Ingeniería para proyectos.

SIMBOLOGÍA NORMALIZADA (NORMA ASA)

Item	Símbolo	DESCRIPCIÓN	h, altura de montaje en Mts
1		Contador Watts-Hora	0.60
2		Tablero General	1.80
3		Salida para artefacto en el techo o centro de luz	—
4		Salida para artefacto en la pared-braquete	2.00
5		Artefacto empotrado en el techo-spot light	—
6		Salida para artefacto con lámpara fluorescente adosado al techo	—
7		Salida para artefacto con lámpara fluorescente empotrado al techo	—
8		Caja de paso y empalme en el techo	—
9		Caja de paso y empalme en la pared	2.00
10		Tomacorriente monofásico simple/puesta a tierra	0.40
11		Tomacorriente monofásico simple/puesta a tierra	1.10
12		Tomacorriente monofásico simple en el piso	—
13		Salida para cocina eléctrica trifásica	0.70
14		Interruptor simple o unipolar	1.40
15		Interruptor bipolar	1.40
16		Interruptor de tres vías (conmutación)	1.40
17		Zumbador	2.00
18		Timbre	2.00
19		Timbre - Zumbador	2.00
20		Transformador para timbre	2.00
21		Pulsador	1.40
22		Salida para radio	0.40
23		Salida para televisión	0.40
24		Salida para teléfono (externo)	0.40
25		Salida para teléfono privado o intercomunicador	1.40

Item	Símbolo	DESCRIPCIÓN	h, altura de montaje en Mts
26		Salida para teléfono (externo) en el piso	—
27		Salida para teléfono privado o intercomunicador en el piso	—
30		Salida para extractor de aire	1.80
31		Interruptor bipolar con fusibles – 2 x15 Amp.	1.80
32		Amplificador	0.40
33		Altavoz	0.40
34		Caja de paso 100 x 40 mm	0.40
35		Caja de interconexión telefónica privada o intercomunicador	0.40
36		Caja de interconexión telefónica externa	0.40
37		Pozo de toma a tierra	—
38		Circuito en conducto embutido en el techo o pared con PVC 15 mm Ø L-2x2.5mm ² TW.	—
39		Circuito en conducto embutido en el piso con PVC 15 mm Ø L-2x2.5mm ² TW.	—
40		Circuito en conducto expuesto con PVC 15 mm Ø L-2x2.5mm ² TW.	—
41		Número de conductores	—
42		Conductor para tierra	—
43		Conducto embutido en el piso para red de teléfonos con PVC 15 mm Ø L-3x0.5mm ² XPT.	—
44		Conducto embutido en la pared para red de teléfonos con PVC 15 mm Ø L-3x0.5mm ² XPT.	—
45		Circuito en conducto embutido en el piso para timbre con PVC 13 mm Ø L-2x1.5mm ² TW.	—
46		Circuito en conducto embutido en el techo ó pared para timbre con PVC 13 mm Ø L-2x1.5mm ² TW.	—
47		Conducto embutido en el piso sin alambre- PVC de 15 mm Ø L	—

XPT : Alambres telefónicos para interiores, con aislamiento de polietileno y cubierta de PVC.

ITINTEC P.370-205/REA PC-20.

XP: explosion Prof.

BANCO DE INTERRUPTORES

Se denomina así al conjunto de pulsadores o dados del sistema de encendido, instalados en una misma caja, que controlan desde un solo lugar a una o más salidas independientemente.

Sistema de encendido.- Es el conjunto de salidas e interruptores en el cual estos controlan la energía eléctrica que fluye a las salidas.

Salidas Controladas.- Son aquellas en las que el flujo de energía depende de uno ó varios interruptores.

Salidas no Controladas.- son los llamados tomacorrientes que dependen de los interruptores, o del tablero general de energía.

Regla General.-

- © En general todos los interruptores de un banco se denominan con la misma letra.
- © Para distinguir los interruptores y salidas que pertenecen a diferentes sistemas de encendido, se asigna a cada interruptor del banco un número ordinal.
- © Todas las salidas de un sistema se enumeran con el número ordinal correspondiente a su interruptor.

© El banco de interruptores se representa por: • $K S M_{m, n, p}$

Donde:

K : indica el número de interruptores en la misma caja.

S : Símbolo del interruptor.

M : Indica al interruptor que concuerda con aquella marcada en todas las salidas que controla este interruptor (es decir de que luminaria se trata).

m, n, p : Son subíndices que indican el número de vías de cada interruptor (el tipo ó combinación que la llave permite ejecutar) del banco.

REGLAS DEL ALAMBRADO

1ª Regla: Llévase un conductor de fase viva a toda salida de luz y fuerza, excepto aquellas controladas por interruptores bipolares.

Notación .- Línea transversal igual a : 

2ª Regla: Llévase otro conductor vivo a los interruptores y salidas de fuerza no controladas (tomacorrientes) cuando se requieran en las no controladas.

Notación .- Línea transversal igual a : 

3ª Regla: En caso de existir interruptores de tres vías, se llevará este conductor vivo sólo a uno de los interruptores de conmutación que integran cada sistema de encendido. Este conductor no irá al de cuatro vías.

Notación .- Línea transversal igual a : 

4ª Regla: Llévase dos conductores guías (o mensajeros) desde un interruptor de tres vías, a través de todos los interruptores de cuatro vías, hasta alcanzar el otro interruptor de tres vías.

Notación .- Línea transversal igual a : 

5ª Regla: Llévase un conductor (de control) desde cada interruptor a todas las lámparas (ó salidas) que él controla. En el caso de sistemas de conmutación este conductor se llevará desde el interruptor de tres vías que no se tocó el segundo paso.

No se aplicará al interruptor de 4 guías.

Notación .- Línea transversal igual a : 

6ª Regla: Para cada interruptor bipolar.

a) Llévase el conductor de paso primero a cada interruptor bipolar.

Notación .- Línea transversal igual a : 

b) Llévase otro conductor de control desde el interruptor bipolar a todas las salidas que el controla.

Notación .- Línea transversal igual a : 

CASOS BÁSICOS DE ALAMBRADOS

Caso 1.- $\bullet 1S_1 \approx \bullet S$

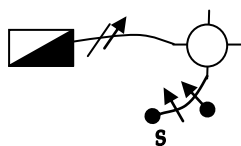


Diagrama Unifilar

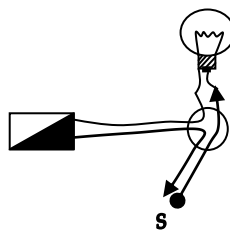
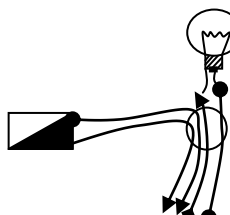
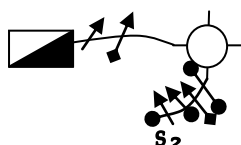
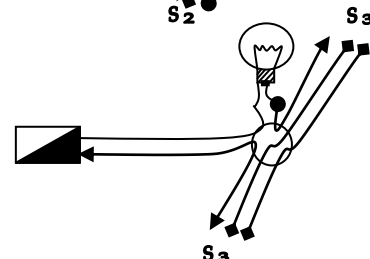
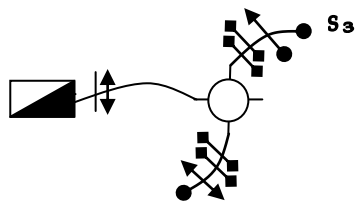


Diagrama desarrollado

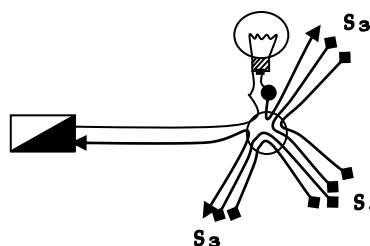
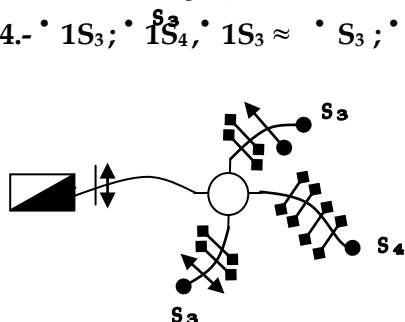
Caso 2.- $\bullet 1S_2 \approx \bullet S_2$



Caso 3.- $\bullet 1S_3; \bullet 1S_3 \approx \bullet S_3; \bullet S_3$



Caso 4.- $\bullet 1S_3; \bullet 1S_4; \bullet 1S_3 \approx \bullet S_3; \bullet S_4; \bullet S_3$



TIPOS DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS

De acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones son los siguientes:

- © Vivienda Unifamiliar y Multifamiliar
- © Edificios Comerciales de : Oficinas y Públicos
- © Escuelas, Colegios y Universidades sin internados
- © Hoteles, pensiones con Vivienda, Escuela, Colegios y Universidades con Internado, Cuarteles.
- © Hospitales, Sanatorios y Clínicas
- © Teatros, Cinemas, Auditorios, Campos deportivos, Iglesias, Hipódromos, Estudios y Bibliotecas.
- © Restaurantes, Cafeterías, Base o Clubes Sociales.
- © Aeropuertos, Estaciones de Ferrocarril, Terminales Terrestres, Terminales Marítimos, Estaciones de Servicio, Mercados.
- © Fábricas, talleres e industrias en general.

CÁLCULO DE LA POTENCIA INSTALADA ó CARGA INSTALADA

Para calcular la sección del conductor alimentador entre el medidor de energía eléctrica y el tablero de distribución, se realiza los siguientes cálculos:

© Área Techada total (m²): **A** m².

© Área Libre Total (m²): **B** m².

© Área Total del Terreno (m²): **C** m².

$$CI_1 = \text{Área Techada Total (m}^2\text{)} \times \text{Carga Unitaria (Watts/m}^2\text{)}$$

La Carga Instalada N° 1 es la correspondiente a Luminarias, tomacorrientes y la Carga Unitaria se obtiene de la siguiente tabla:

3-IV Cargas Mínimas de Alumbrado General.

TIPO DE LOCAL	CARGA UNITARIA (w/m ²)
Auditorios	10
Bancos	25
Barberías, peluquerías y salones de belleza	28
Asociaciones o casinos	18
Locales de depósito y almacenamiento	2.5
Edificaciones comerciales e industriales	20
Edificaciones para oficinas	23
Escuelas	28
Garajes comerciales	6
Hospitales	20
Hospedajes	13
Hoteles y moteles, incluyendo apartamentos sin cocina (8 s)	20
Iglesias	8
Unidad(es) de vivienda(s)	25
Restaurantes	18
Tiendas	25
Salas de audiencia	10
En cualquiera de los locales mencionados con excepción de las viviendas unifamiliares y apartamentos individuales de viviendas multifamiliares, se aplicara lo siguiente:	
Espacios para almacenamiento	2.5
Recibos, corredores y roperos	5
Salas de reuniones y auditorios	10
(*)En viviendas unifamiliares, multifamiliares y habitaciones de huéspedes, de hoteles y moteles, todas las salidas de tomacorrientes de 20 amperios o menores (excepto aquellos para artefactos pequeños en viviendas indicados en 3.3.3.3 b) deberán ser considerados como salidas para iluminación general y no se requerirá incluir cargas adicionales para tales salidas.	

La Carga Instalada N° 2 correspondiente a pequeños usos no contemplados en la CI_1 $CI_2 = 1500W$

La Carga Instalada N° 3 correspondiente a las Cargas Móviles, será evaluada de acuerdo a la zona donde está ubicado su Proyecto de acuerdo a la siguiente tabla:

$CI_3 =$ Buscar en la Tabla a lo que corresponda

Tabla N° 01.

	Tipo de Consumo	Carga Móvil(W)
DOMÉSTICO	Viviendas de primera categoría ubicadas en zonas R ₁ -S, R ₁ , R ₂ ó similares	4000
	Viviendas de segunda categoría ubicadas en zonas tipo R ₃ , R ₅ ó similares	2000
	Viviendas de tercera categoría, ubicadas en zonas tipo R, urbanizaciones populares, asentamientos humanos marginales ó similares	1500
	Viviendas en Centros poblados	1000
Comercial	Comercios de primera categoría	2000
	Comercios de segunda y tercera Categoría	1000
GENERAL		1000
AGROPECUARIO		1000

La Carga Instalada N° 4 correspondiente a las Cargas Instaladas en las áreas libres será:

$$CI_4 = \text{Área Libre Total(m}^2\text{)} \times 5 \left(\frac{\text{Watts}}{\text{m}^2} \right)$$

CARGAS INSTALADAS DE CIRCUITOS ESPECIALES

La Carga Instalada N° 5 correspondiente a una Cocina Eléctrica:

$$CI_5 = \text{Buscar en la Tabla a lo que corresponda y si no existe}$$

Introduce dato el usuario.

Tabla N ° 02

Descripción	Potencia (W)
Cocina Eléctrica de cuatro Hornillas con Horno incorporado	8000
Cocina Eléctrica de cuatro Hornillas sin Horno	5000
Cocina Eléctrica de dos hornillas sin horno	3500

La Carga Instalada N° 6 correspondiente a un calentador de agua será:

$$CI_6 = \text{Buscar en la Tabla a lo que corresponda y si no existe}$$

Introduce dato el usuario.

Tabla N ° 03

Descripción	Potencia (W)
Therma de 35 Litros	750
Therma de 65 Litros	1100
Therma de 95 Litros	1200
Therma de 130 Litros	1500
Ducha Corona	2500

La Carga Instalada N° 7 correspondiente a Otras Cargas no Contempladas en las demás Cargas Instaladas será:

$CI_7 =$ Introduce dato el usuario.

Y así sucesivamente hasta la Carga Instalada N° “n” correspondiente a Otras Cargas no Contempladas en las demás Cargas Instaladas será:

$CI_n =$ Introduce dato el usuario.

Menú energético

Equipos/Artefactos	Potencia (kwatts)	Tiempo Horas-día	Total mes Kwh-mes.	Total mes S/.
Fórmulas	A	B	$(A*B*30)/1000$	$A*B*30*0.3952$
Aspiradora	500	1	15	5.928
Batidora	200	1	6	2.3712
Bomba de Agua	380	4	45.6	18.02112
Cafetera	800	2	48	18.9696
Cocina Eléctrica	7300	2	438	173.0976
Computadoras	300	6	54	21.3408
Congeladora	350	8	84	33.1968
Ducha Eléctrica	1000	1	30	11.856
Equipo de Sonido	40	4	4.8	1.89696
Estufa Eléctrica	4000	2	240	94.848
Fluorescente	40	5	6	2.3712
Foco Incandescente	200	5	30	11.856
Focos Ahorradores	23	5	3.45	1.36344
Hervidor de Agua	1000	2	60	23.712
Horno de Microondas	1500	1	45	17.784
Lavadora	800	4	96	37.9392
Licuada	500	1	15	5.928
Lustradora	300	1	9	3.5568
Máquina de Coser	75	3	6.75	2.6676
Olla arrocera	1400	1	42	16.5984
Plancha	1000	1	30	11.856
Radio Portátil	20	5	3	1.1856
Refrigeradora	200	8	48	18.9696
Secador de Cabello	200	1	6	2.3712
Secadora de ropa	1500	1	45	17.784
Televisor	150	4	18	7.1136
Therma Eléctrica	2000	1	60	23.712
Tostadora	700	1	21	8.2992
Ventilador	100	8	24	9.4848

La Sumatoria de las Cargas Instaladas Totales será:

$$CI_{\text{Totales}} = \sum_{i=0}^n CI_i$$

CÁLCULO DE LAS MÁXIMAS DEMANDA

La Máxima Demanda N° 1, correspondiente a la C. I. ₁(Lumi, tomac)+C. I.₄(áreas libres), se calculará de la siguiente forma:

$$MD_1 = (CI_1 + CI_4)(\text{Watts}) \times \text{Factor de Demanda}$$

El factor de Demanda se obtiene de la siguiente tabla 3-V:

Factores de Demanda para alimentadores de Cargas de Alumbrado.

TIPO DE LOCAL	PARTES DE LA CARGA A LA CUAL SE LE APLICA EL FACTOR	FACTOR DE DEMANDA
UNIDADES DE VIVIENDA.	Primeros 2,000 W o menos	100%
	Siguientes 118,000 W	35%
	Sobre 120,000 W	25%
EDIFICACIONES PARA OFICINAS	20,000 W ó menos sobre 20,000 W	100% 50%
ESCUELAS	15,000 W o menos sobre 15,000 W	100% 50%
*HOSPITALES	Primeros 50,000 W o menos Siguientes 50,000 W	40% 20%
*HOTELES Y MOTELES INCLUYENDO APARTAMENTOS SIN FACILIDADES DE COCINA	Primeros 20,000 W o menos Siguientes 80,000 W Sobre 100,000 W	50% 40% 30%
LOCALES DE DIPOSITO Y ALMACENAMIENTO	Primeros 12,500 W o menos Sobre 12,5000 W	100% 50%
TODOS LOS DEMAS	Watts Totales	100%
*Para alimentadores en áreas de hospitales y hoteles donde se considere que toda la carga de alumbrado puede ser utilizada al mismo tiempo; como en las salas de operaciones, salas de baile, comedores, etc., se usará un factor de demanda del 100%.		

La Máxima Demanda N° 2, correspondiente a la CI₂ (pequeños usos)+ CI₃(Tipo de Consumo):

$$MD_2 = (CI_2 + CI_3)(\text{Watts}) \times \text{Factor de Demanda}$$

Tabla N° 04

TIPO DE CONSUMO		Factor de Demanda
DOMÉSTIC O	Viviendas 1ra. categoría ubicadas en zonas R ₁ -S, R ₁ , R ₂ ó similares	0.3
	Viviendas 2da. categoría ubicadas en zonas tipo R ₃ , R ₅ ó similares	0.3
	Viviendas 3ra.categoría, ubicadas en zonas tipo R, urbanizaciones populares, asentamientos humanos marginales ó similares	0.3
	Viviendas en Centros poblados	0.3
COMERCIAL	Comercios de primera categoría	0.7
	Comercios de segunda y tercera Categoría	0.8
GENERAL		0.7
AGROPECUARIO		0.7

La Máxima Demanda N° 3 correspondiente a la CI₅ (Cocina Eléctrica):

$$MD_3 = CI_5 (\text{Watts}) \times \text{Factor de Demanda}$$

El factor de Demanda se obtiene de la siguiente tabla 3-VI:

Demandas máximas para cocinas eléctricas de uso domestico, hornos empotrados, cocinas de mostrador y otros artefactos de cocción de uso domestico mayores a 2 kw:

N° de Artefactos	MAXIMA DEMANDA	FACTORES DE DEMANDA	
	COLUMNA "A" (no mayor de 12 KW) KW	COLUMNA "B" (menor de 4 KW capacidad) %	COLUMNA "C" (de 4 KW hasta 9 Kw) %
1	8	80	80
2	11	75	65
3	14	70	55
4	17	66	50
5	20	62	45
6	21	59	43
7	22	56	40
8	23	53	36
9	24	51	35
10	25	49	34
11	26	47	32
12	27	45	32
13	28	43	32
14	29	41	32
15	30	40	32
16	31	39	28
17	32	38	28
18	33	37	28
19	34	35	28
20	35	34	28
21	36	33	26
22	37	32	26
23	38	31	26
24	39	30	26
25	40	30	26
26-30	15-1 KW por	30	24
31-40	Cada cocina	30	22
41-50	25 más 0.75	30	20
51-60	Por cada cocina	30	18
61 ó más		30	16

La Máxima Demanda N° 4 correspondiente a la CI₆ (calentador de agua):

$$MD_4 = CI_6 (\text{Watts}) \times \text{Factor de Demanda}$$

El factor de Demanda se obtiene de la siguiente tabla 3-VII:

Factores de demanda para alimentadores de equipos de cocción electricos comerciales incluyendo lavaplatos con calentador, calentadores de agua y otros equipos de cocina.

Número de equipos	Factores de Demanda %
1-2	100
3	90
4	80
5	70
6 y más	65

La Máxima Demanda N° 5 correspondiente a la CI₇:

La Máxima Demanda N° n correspondiente a la CI_n:

$MD_5 = CI_7 (\text{Watts}) \times \text{Factor de Demanda introducida por usuario}$

$MD_n = CI_{n+2} (\text{Watts}) \times \text{Factor de Demanda introducida por usuario}$

La Sumatoria de las Máximas Demandas será:

$$MD_{\text{Totales}} = \sum_{i=0}^n MD_i$$

CÁLCULO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR POR INTENSIDAD DE CORRIENTE

La máxima corriente que admite el sistema será:

$$I = \frac{\text{Máxima Demanda Total (Watts)}}{K \times V \times \cos \Phi}$$

Si el sistema el monofasico:

$$K = 1$$

Si el sistema el trifasico:

$$K = \sqrt{3}$$

Elección del Sistema:

Tabla N°05

Descripción	Calificación Eléctrica
1ra. Categoría(R-1)	10 W/m ² más 2000 W/lote (suministro trifásico)
2da. Categoría(R-3)	8 W/m ² con un mínimo de 1200 W/lote (suministro monofásico ó trifásico)
2da. Categoría(R-4)	8 W/m ² con un mínimo de 1000 W/lote (suministro monofásico)
Asentamientos Humanos	800 W/lote (suministro monofásico)

El valor del voltaje puede ser: V= 380 ó 220 Voltios, de acuerdo a la Concesionaria.

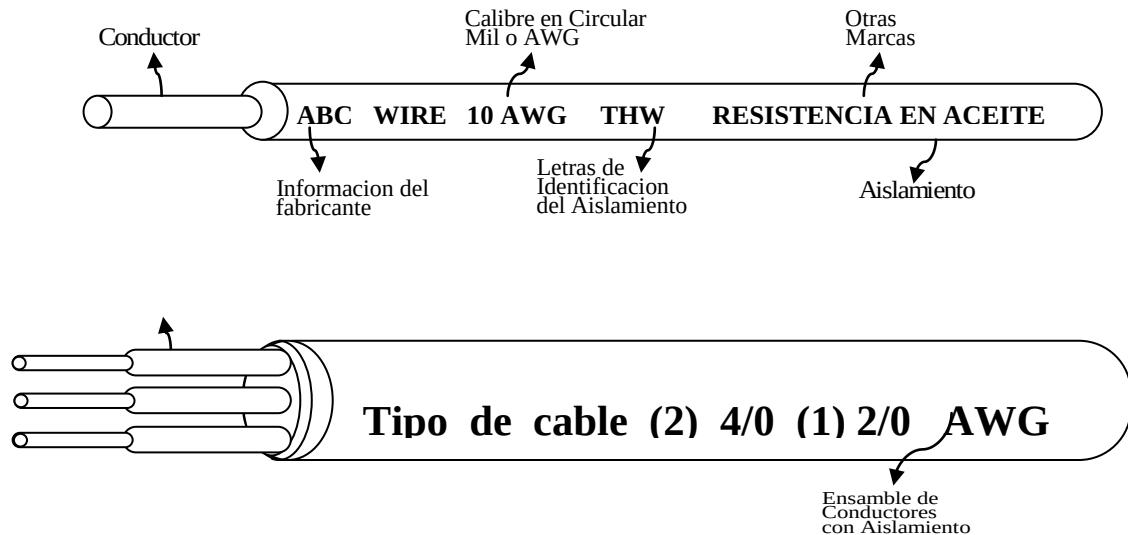
El valor del Factor de Potencia: $\cos \emptyset = 0.9$

Para el cálculo de la Intensidad de Diseño, se utilizará la siguiente fórmula:

$$I_{\text{Diseño}} = I \times \text{Factor de Diseño}$$

$$1 < \text{Factor de Diseño} < 1.25$$

MARCAS DE IDENTIFICACIÓN EN CABLES Y CONDUCTORES



Antiguamente los conductores eléctricos se aislaban con hule, conociéndose comercialmente como tipo R. Actualmente se fabrican con aislantes tipo termoplástico con distintas denominaciones comerciales, como por ejemplo: TW, Vinanel 900, Vinanel Nylon, Vulcanel E.P., Vulcanel XLP, etc.

Selección del Calibre del Conductor para Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión

Luego de realizar los cálculos correspondientes, tendremos que tener en cuenta que los calibres de los conductores se determinan por:

- © El límite de tensión en instalaciones residenciales es 1000 voltios.
- © Por Caída de Conducción de Corriente (ampacidad), se ve afectada por: temperatura y capacidad de disipación del calor (en el aire ó tubo conduit)
- © La Máxima caída de Tensión permisible de acuerdo al calibre del conductor se ve afectada por:

$$W = R I^2 \quad (\text{watts})$$

$$R_T = R_{60^\circ\text{C}} [1 \pm \alpha (T-60)]$$

Capacidad de Conducción de Corriente considerando el efecto Térmico

$$\Delta T = R_x * W \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

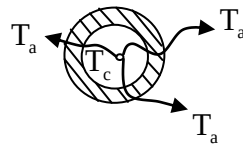
ΔT : incremento ó caída de temperatura en °C

W: calor circulante en W/mts.

R_x : Resistencia térmica del medio en °C-mts/watts.

La variación de la temperatura desde el punto más caliente hasta el punto más frío está dado por:

$$\Delta T = T_c - T_a \dots\dots\dots(2)$$



El calor producido en el conductor, es exclusivamente al efecto Joule.

$$W = R * I^2 \text{ Watts/mts} \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

R: resistencia del conductor en Ohmios/mts

I: corriente que circula por el conductor en amperios.

La resistencia térmica R_x es la suma de las resistencias térmicas de los distintos medios desde el punto más caliente hasta el punto más frío.

$$R_x = R_{x1} + R_{x2} + R_{x3} = \sum_{i=1}^n R_{x_i} \dots\dots\dots(4)$$

Reemplazando (2),(3),(4) en (1):

$$T_c - T_a = (R I^2) * \sum_{i=1}^n R_{x_i} = R I^2 * R_x \dots\dots\dots(2)$$

Entonces el valor admisible de corriente en el conductor será:

$$I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{R * R_x}}$$

Pero: $R = \frac{\rho * L}{S}$

Donde:

P: resistividad Ohm-Mts/mm²

L: longitud en mts.

S: sección en mm².

Por lo tanto:

$$I = \sqrt{\frac{S * \Delta T}{\rho * L * R_x}}$$

Los alambres son de sección circular

Conductor puede tener otras formas (rectangulares, cuadrados, tipo canal, tipo ángulo, tipo tubo, cable concéntrico, circulares, etc.)

Como por ejemplo:

- © El conductor sólido cuadrado bajo la forma de barras o conductores sólidos son usados en la conexión de sistemas eléctricos o equipos eléctricos.
- © El conductor sólido rectangular, bajo la forma de barras es la que más se aplica en la industria, en las Sub- Estaciones transformadoras bajo superficie ó en la derivación de sistemas de un lugar a otro.
- © El conductor tipo canal, se utiliza en el núcleo de las bobinas de los campos de los motores generadores eléctricos de corriente alterna ó continua.
- © El conductor tipo ángulo se utiliza en derivaciones para conexiones en los tablero de control.
- © El conductor tipo tubo, bajo la forma de conectores eléctricos, se usa también en tableros para armar circuitos eléctricos.
- © El conductor cableado concéntrico, es usado en los cables para alambrado general en locales industriales, plantas de generación, talleres de fundición.

El aluminio es 16% menos conductor que el cobre y es más liviano.

Los conductores se les designa mediante AWG (American Wire Gage) siendo el más grueso al más delgado: 4/0, 3/0, 2/0, 1/0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20. Para conductores mayores a 4/0 se denomina CIRCULAR MIL (diámetro de una milésima de pulgada 0.001 pulg.)

O sea:

$$1 \text{ pulgada} = 25.4 \text{ mm, entonces: } \frac{1}{1000} \text{ pulg.} = 0.0254 \text{ mm}$$

Siendo el circular Mil un área:

$$1 \text{ C.M.} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{(3.1416) * (0.0254)^2}{4} = 5.064506 * 10^{-4} \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ mm}^2 = 1974 \text{ C.M.} \Rightarrow 1 \text{ mm}^2 \cong 2000 \text{ C.M.}$$

Cada conductor tiene propiedades específicas, según los agentes que afectan durante su operación, de la siguiente manera:

- © Agentes Mecánicos
- © Agentes Químicos
- © Agentes Eléctricos

AISLANTES

Son sustancias que se pueden considerar como opositores al paso de la corriente eléctrica.

Tipos de Aislantes.-

Papel.- Hecho a base de fibra o trapos de algodón ó pulpa de madera, se usa mucho en los cables concéntricos, en los cables telefónicos con alambre N° 18, 22, 24, 26.

Compuesto de Goma.-Son de un compuesto químico butilio, temperatura máxima 75°C en lugares húmedos y a temperatura máxima de 60° en lugares secos.

Compuestos Termoplásticos.-Hechas a base de cloruro de polivinilo (PV), resistentes a aceites, ácidos, luz solar, humedad, llama.

SELECCIÓN DEL TIPO Y LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR SEGÚN EL TIPO

Tabla N ° 06. Tipos de conductores y sus características técnicas.

Tipo	Característica	Temperat. máxima de operación	Aislante	Cubierta exterior	Utilización
TW	Termoplástico resistente a la humedad	90 ° C	Elastómetro resistente al calor	Cubierta no metálica, resistente a la humedad y retardante de la llama	Lugares secos
MTW	Polímero sintético reticulado, resistente a la humedad y al calor	60 ° C	Termoplástico retardante de la llama, resistente a la humedad, al calor y aceites	Ninguna	Alambrado de máquinas herramientas en lugares mojados
TWT		90 ° C		Cubierta de nylon	Alambrado de máquinas herramientas en lugares secos.
RHW	Resistente al calor y a la humedad	75 ° C	Elastómetro resistente al calor y a la humedad	Cubierta no metálica, resistente a la humedad y retardante de la llama	Lugares mojados y secos. Para tensiones mayores de 2000 V, el aislante será resistente al ozono.
THW	Termoplástico resistente a la humedad y al calor	75/90 ° C	Termoplástico resistente a la humedad y al calor, retardante de la llama	Ninguna	Lugares mojados y secos. Usos especiales dentro de aparatos de alumbrado de descarga eléctrica. Hasta 1000V o menos en circuito abierto
THWN	Termoplástico resistente a la humedad y al calor	75 ° C	Termoplástico resistente a la humedad y al calor, retardante de la llama.	Cubierta de nylon	Lugares mojados y secos
XHHW	Polímero sintético reticulado, resistente a la humedad y al calor	75/90 ° C	Polímero sintético reticulado retardante de la llama	Ninguna	Lugares mojados/secos
WP	Polímero resistente a la intemperie	75 ° C	-----	Polietileno extraído resistente a la intemperie	Instalaciones a la intemperie sobre aisladores

Con el dato del tipo de conductor y de la I de diseño, se consulta a la siguiente tabla 4-V:

Capacidad de corriente permisible en amperes de los conductores de cobre aislados.
No más de 3 conductores en cada tubo (basada en una temperatura ambiente de 30° C)

mm ²	TEMPERTURA MAXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR	
	60° C	75° C
	TIPOS: TW- MTW	TIPOS: RHW-THW-THWN-XHHW
0.75	6	-
1.00	8	-
1.5	10	-
2.5	18	20
4	25	27
6	35	38
10	46	50
16	62	75
25	80	95
35	100	120
50	125	145
70	150	180
95	180	215
120	210	245
150	240	285
185	275	320
240	320	375
300	355	420
400	430	490
500	490	580

TABLA 4-VI-C.N.E.

Capacidades de corriente permisibles en amperes de los conductores de cobre aislados.
Conductor unipolar al aire o a la vista (Basadas en temperatura ambiente a 30°C).

mm ²	TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR		
	60°C	75°C	75°C
	TIPOS TW,MTW, TWT	TIPOS:RHW,THW,THWN,XHHW	TIPO:WP
0.75	9	-	-
1.00	11	-	-
1.5	16	-	-
2.5	22	25	-
4	32	37	-
6	45	52	64
10	67	78	90
16	90	105	120
25	120	140	160
35	150	175	195
50	185	220	250
70	230	270	310
95	275	330	380
120	320	380	440
150	375	445	600
185	430	515	-
240	500	595	-
300	575	690	-
400	695	825	-
500	790	950	-

Para temperaturas ambientes de más de 30°C véase los factores de corrección de 4.2.3.

IX.-Cálculo de la tubería:

- Si el sistema es monofásico tiene dos conductores
- Si el sistema es trifásico tiene dos posibilidades: tres conductores ó cuatro conductores.

TUBERÍAS

Generalmente se utilizan 02 tipos de tuberías:

1.-Tubería PVC – SEL (Standard Europeo Liviano).- Son utilizadas generalmente para las instalaciones interiores, empotradas en el techo, pared o piso; los accesorios para esta tubería son uniones o coplas de fábrica con pegamento plástico.

2.-Tubería PVC – SAP (Standard Americano Pesado).- Son utilizados en instalaciones y Servicios, donde se necesita mayor protección contra contactos mecánicos, para estas tuberías se utilizarán uniones, codos, tuercas, contratueras y nicles.

TUBERÍA PVC – SEL (Clase Liviana)				
Diámetro Nominal en pulgadas	Diámetro Exterior en mm	Espesor en mm	Diámetro Interior en mm	Largo en mts.
1/2"	12,7	1,0	10,7	3,00
5/8"	15,9	1,1	13,7	3,00
3/4"	19,1	1,2	16,7	3,00
1"	25,4	1,3	22,8	3,00
1 1/4"	31,8	1,3	29,2	3,00
1 1/2"	38,1	1,6	34,9	3,00
2"	50,8	1,7	47,4	3,00

TUBERÍA PVC – SAP (Clase Pesada)				
Diámetro Nominal en pulgadas	Diámetro Exterior en mm	Espesor en mm	Diámetro Interior en mm	Largo en mts.
1/2"	21,0	2,2	16,6	3,0
3/4"	26,5	2,3	21,9	3,0
1"	33,0	2,4	28,2	3,0
1 1/4"	42,0	2,5	37,0	3,0
1 1/2"	48,0	2,5	43,0	3,0
2"	60,0	2,8	54,4	3,0
2 1/2"	73,0	3,5	66,0	3,0
3"	88,5	3,8	80,0	3,0
4"	114,0	4,0	106,0	3,0

Número de Conductores en Tubos Conduits

Según el factor de relleno:

$$F = \frac{a}{A}$$

A : Área Total de conductores

A : Área Interior del Tubo.

- © 53% Un conductor
- © 51% Dos conductores
- © 43% Tres conductores
- © 40% Cuatro conductores

Entonces determinando el Número de Conductores, nos vamos a la tabla:

TABLA 4-VIII-C.N.E.

**Numero máximo de conductores en tubo metálicos y tubos de PVC de diámetros nominales
(Basado en la tabla 4-xxxiii)**

Tipo de Conductores	Diámetro mm Sección mm ²	13 5/8" *	15 1/2" **	20 3/4" ***	25 1"	35 1 1/4"	40 1 1/2"	50 2"	65 2 1/2"	80 3"	90 3 1/2"	100 4"	115 4 1/2"	130 5"	150 6"
TW-XHHW Ó SIMILARES	1.5	7	9	16	27	47	64	105	150	-	-	-	-	-	-
	2.5	5	7	13	21	37	51	84	120	185	-	-	-	-	-
	4	4	5	10	16	28	39	64	91	141	190	-	-	-	-
	6	1	2	4	7	13	18	30	43	67	90	115	-	-	-
RHW y RHW (Sin cubierta externa)THH W-THW ó Similares	1.5	4	6	10	17	30	41	67	96	148	199	-	-	°-	-
	2.5	4	5	8	14	25	34	56	80	123	166	-	-	-	-
	4	3	4	7	11	20	28	46	66	101	136	175	-	-	-
	6	1	1	3	6	10	14	24	34	52	70	90	113	142	-
TW-THW- THHW FEPB RHW RHH SIN CUBIERTA EXTERNA Ó SIMILARES	10	1	1	3	5	9	12	20	29	45	60	78	91	123	-
	16	1	1	1	4	7	9	15	22	34	45	58	73	92	133
	25	1	1	1	2	4	6	11	15	24	32	41	52	65	94
	35	-	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	43	54	78
	50	-	-	1	1	2	3	5	8	12	17	22	27	34	50
	70	-	-	1	1	1	2	4	6	10	14	18	22	28	41
	95	-	-	-	1	1	1	3	5	7	10	13	17	21	31
	120	-	-	-	1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	24
	150	-	-	-	1	1	1	1	3	5	7	9	11	14	20
	185	-	-	-	-	1	1	1	3	4	6	8	10	13	18
	240	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6	7	9	14
	300	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	6	7	11
	400	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	6	9

*Solo para tubo de PVC clase liviana.

**Para tubo PVC clase liviana equivalente al de 15 mmø (3/4"ø)

*** Para tubo PVC clase liviana equivalente al de 20 mmø (1"ø)

TABLA 4-III-C.N.E.**Factores de corrección más de 3 conductores en canalización**

NUMERO DE CONDUCTORES	FACTORES DE CORRECCION CORRESPONDIENTES A LA TABLA 4-V.CNE.
4 a 6	0.80
7 a 24	0.70
25 a 42	0.60
43 ó más.	0.50

TABLA 4-VII-C.N.E.**Factores de corrección temperaturas ambientes superiores a los 30° c.**

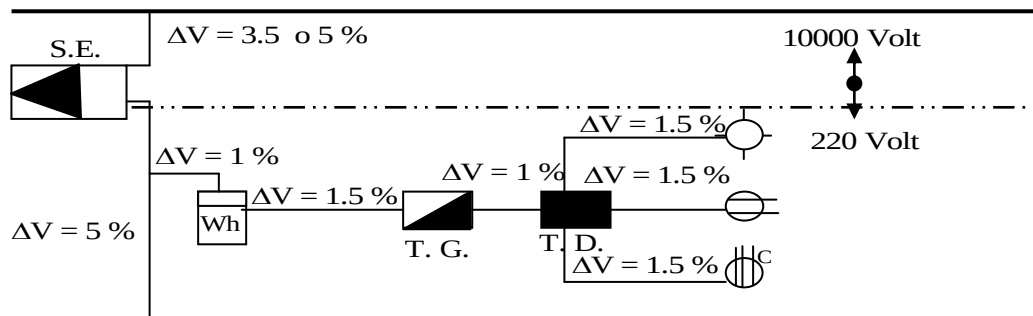
TEMPERATURA AMBIENTE °C	Temperatura maxima de operación del conductor	
	60°C	75°C
	TIPO: TW, MTW	TIPO: RHW, THW, THWN, XHHW
31-40	0.82	0.88
41-45	0.71	0.82
46-50	0.58	0.75
51-55	0.41	0.67
56-60	-	0.58
61-70	-	0.35
71-75	-	-
76-80	-	-

Relación de valores de conversión.

PULGADAS	mm	PULGADAS	mm
1	25	8	200
2	50	9	230
3	80	10	260
4	100	11	280
5	130	12	300
6	150	13	330
7	180	14	360

Tuberías PVC.

SEL	SAP	DIAMETRO mm
	-	12
	1/2"	15
	3/4"	20
	1"	25
	1 1/4"	35
5/8"	1 1/2"	40
3/4"	2"	50
1"	2 1/2"	60
	3"	80
	4"	100
	5"	127
	6"	150

CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \frac{(K \times I_{\text{Diseño}} (\text{Amp}) \times 0.0175 (\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{mt}}) \times L(\text{mt}))}{\text{Sección Nominal del Conductor} (\text{mm}^2)}$$

L = Longitud Desarrollada desde la caja porta medidor al tablero de distribución.

El valor de K tiene dos posibilidades:

-Si es monofásico $K = 2$

-Si es trifásico $K = \sqrt{3}$

$$\% \Delta V = (10 \times \Delta V / 22) \%$$

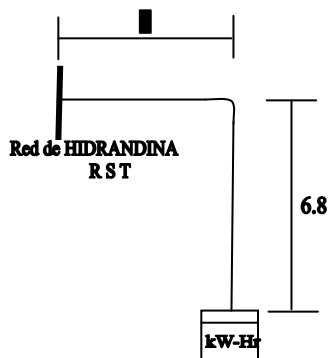
Si $\% \Delta V \leq 2.5 \%$, el cálculo es correcto, pero si $\% \Delta V > 2.5 \%$ entonces aumentar un número más a la sección del Conductor y volver a realizar los cálculos.

$L = \ell + 7.2$

Donde: ℓ = Introduce el usuario

Longitud Desarrollada

Vista de planta



n. p. t.

CÁLCULOS DEL ALIMENTADOR**(Desde la caja porta medidor hasta el tablero general).-**

Selección del Conductor según el tipo.-

Para seleccionar el tipo de Conductor nos vamos a la Tabla N ° 06

Selección del Sistema:

Para seleccionar el sistema nos vamos a la Tabla N ° 05

Cálculo de la Intensidad de Corriente:

$$I = \frac{\text{Máxima Demanda Total (Watts)}}{K \times V(\text{Voltios}) \times \cos \Phi} (\text{Amp})$$

Si el Sistema es monofásico $K = 1$ Si el Sistema es trifásico $K = \sqrt{3}$ El valor del voltaje puede ser: $V = 380$ ó 220 Voltios, de acuerdo a la Concesionaria.El valor del Factor de Potencia para Viviendas, Oficinas, locales de depósito y almacenamiento, es aproximadamente igual a: $\cos \phi = 0.9$ El valor del Factor de Potencia para Escuelas y Hospitales, es aproximadamente igual a: $\cos \phi = 0.85$.El valor del Factor de Potencia para Zonas Industriales, es aproximadamente igual a: $\cos \phi = 0.70$.**Cálculo de la Intensidad de Diseño:**

$$I_{\text{Diseño}} = I \times \text{Factor de Diseño}$$

 $1 < \text{Factor de Diseño} < 1.25$ **Selección de la Sección Nominal del Conductor.-**Con el dato de I diseño, se consulta a las siguientes tablas:

Tabla 4-V

Tabla 4-VI

Cálculo de la tubería:

Si el sistema es monofásico tiene dos conductores

Si el sistema es trifásico tiene dos posibilidades: tres conductores ó cuatro conductores.

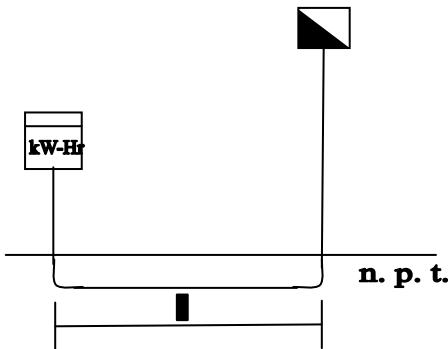
Entonces determinado el Número de Conductores, el tipo de conductor y la sección del conductor, nos vamos a la tabla: Tabla 4-VIII

Cálculo de la Caída de Tensión:

$$L = \ell + 3.2$$

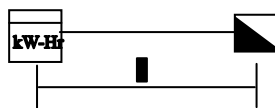
Donde: ℓ = Introduce el usuario

Longitud Desarrollada



$$\Delta V = \frac{(K \times I_{\text{Diseño}} (\text{Amp}) \times 0.0175 (\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{mt}}) \times L(\text{mt}))}{\text{Sección Nominal del Conductor} (\text{mm}^2)}$$

Vista de planta



El valor de K tiene dos posibilidades:

Si es monofásico $K = 2$

Si es trifásico $K = \sqrt{3}$

Entonces la Caída de Tensión en porcentaje es igual a:

$$\Delta V\% = \left(\frac{100}{V(\text{Voltios})} \times \Delta V \right)\%$$

Si $\Delta V\% \leq 1.0\%$, el cálculo es correcto

Si $\Delta V\% > 1.0\%$, entonces aumentar un número más a la sección del Conductor y volver a realizar los cálculos.

CAJAS

Son de acero, hierro, plástico, que se instalan en cada salida, interruptor, puntos de unión de cables y en derivaciones de instalaciones de fuerza motriz, exceptuándose en instalaciones en alambrado visible.

Tipos de Caja.-

- © Cajas para salidas.
- © Cajas seccionables (cajas que tienen lados movibles, donde se puede añadir).
- © Cajas de piso
- © Accesorios para conduits: Unilet's, condulet's para instalaciones visibles.

Espesores.- Las cajas metálicas se construirán con hojas de acero Gauge N° 10 al N° 14 USS y serán galvanizadas ó barnizadas en negro.

Prohibición.- El uso de cajas redondas debido a la imposibilidad de instalar accesorios en la intersección del tubo con la caja (cilíndrica), salvo que la caja tenga dispositivos de conexión especial.

KNOCK – OUTS (K. O.).- Las cajas traen en todas ó en la mayor de sus caras perforaciones incompletas ó esbozadas.

GANG.- Es un volumen igual al de una caja rectangular de aproximadamente 2" x 4" de boca, pudiendo variar su profundidad.

Se refiere así, al número de accesorios de alumbrado de la Línea Standard (aproximadamente uno por caja de 2" x 4") que la caja puede acodar (lado a lado).



Forma de la Caja.-

- a) **Chica.-** Se usa en techos, en los lugares donde se ubican los artefactos de iluminación, cajas octogonales.
- b) **Grande Profunda.-** Para artefactos pesados.
- c) **Cajas Cuadradas.-** Se emplean en lugares donde se requiere hacer empalmes y derivaciones.
- d) **Cajas Rectangulares.-** Se usan estas cajas para fijar los tomacorrientes, llaves y pulsadores.

CAJAS DE EMPALME Y CAJA PARA CODOS

El tamaño mínimo para canalizaciones de $1 \frac{1}{4}$ Ø nominal y mayores que contienen conductores N° 6 AWG $\leq 16 \text{ mm}^2$ y/o mayores, las dimensiones de una caja para codos o una caja de empalme instaladas en una canalización debe satisfacer lo siguiente:

- a) **Empalmes Rectos.-** La longitud de la caja no debe ser inferior a ocho (8) veces el diámetro nominal de la canalización mayor. El ancho de la caja será fijada por el necesario número de tubos.
- b) **Codos en U.-** Cuando se hace un codo en U ó en ángulo: La distancia entre cada entrada de canalización en el interior de la caja y la cara opuesta de la caja no debe ser menor de 6 veces el diámetro nominal de la canalización.

Para entradas adicionales esta distancia debe incrementarse en la suma de los diámetros de las otras tuberías que entren por la misma pared de la caja. La distancia entre entradas de canalizaciones que lleven el mismo conductor no debe ser inferior a seis (6) veces el diámetro nominal de la canalización mayor.

Nota.- El ítem a y b se aplica a cajas porta terminales de motores o a cajas sin agujeros ciegos que tengan salientes ó aberturas rebajadas para manguitos y tuercas terminales (Bushing y locknut)

Placas.- Se fabrican placas para usarse en cajas con salida de dos (2) gangs, para hasta seis (6) accesorios. Estas placas pueden ser de: aluminio, laqueada, bronceada, cadmiada, pulida, cobre cepillado, cobre mate, niquelada, plateada, cromada pulida, barnizada, bronce cepillado, laqueado en negro, cobre pulido.

Tipos de Placas.-

- a) Placa de tipo ciego.

- b) Placa de interruptor
- c) Placa de dos interruptores
- d) Placa de tres interruptores
- e) Placa de un tomacorriente
- f) Placa de dos tomacorrientes.
- g) Placa de tres dados de la serie intercambiable.

SELECCIÓN DEL TIPO DE CAJAS STANDARD PARA SALIDAS

REGLA GENERAL-

1.- Determinése el número (r) correspondiente a la cantidad de conductores que se quedan en la caja (o que terminan en ellos), no se tendrán en cuenta las colas de cerdo o empalmes con pequeñas derivaciones que terminan en la caja.

Se efectuara teniendo en cuenta la regla básica del alambrado.

2.- Determinése el número (s) correspondiente a la cantidad de conductores que pasan a través de la caja. En forma aproximada se puede considerar:

$$s = \frac{\sum n - r}{2}$$

Donde:

$\sum n$: Suma total de conductores que convergen en la caja

Si : $(\sum n - r)$ es impar, entonces tomese por s, el entero inmediato superior

3.- Determinése el número (d) de dispositivos (Bushing ó manguitos para fijación de tuberías pesadas, ganchos de alambra, tornillos, soportes de hierro- abrazaderas, u otro elemento usado para fijar las luminarias) en la caja.

4.- Determinése el número b de accesorios de alambrado que se instalarán en la caja (tomacorrientes, interruptores, luces piloto u otros).

5.- El volumen necesario en la caja será:

$$V = k(s+r+d+b) \text{ pul}^3$$

Donde:

K = Constante que depende del calibre de los conductores.

mm ²	Galga AWG	K
2.5	14	2
4	12	2.25
6	10	2.5
10	8	3
16	6	5

6.- Si la caja encierra tomacorrientes, interruptores ó elementos de montaje similar, se preferirá usar cajas:

- a) Rectangulares de 2 1/8" x 4"
- b) Cuadrada de 4"

- c) Cuadradas de 4 11/16"
- d) Cajas de Gangs Múltiples (de 2 a 9 Gang)

7.- Si la caja va en el techo se preferirá usar cajas:

- a) Octogonales de 4"
- b) Cuadradas de 4"
- c) Cuadradas de 4 11/16"
- d) Cajas de diseño especial (en cuyo caso debe efectuarse éste)

8.- Si la caja va en la pared y sirve para:

A) Braquetes de alumbrado, se preferirá usar cajas:

- a) Octogonales de 3 1/4"
- b) Octogonales de 3 3/4"
- c) Cuadrada de 4" con tapa para salida de un Gang (especial)

B) Cajas de paso, se preferirá usar caja:

- a) Cuadrada de 4" con tapa ciega
- b) Cuadrada de 4 11/16" con tapa ciega
- c) Caja de diseño especial con tapa adecuada (debe efectuarse el diseño de ésta)

9.- Para las cajas Standard la selección última (especificación de la profundidad de la caja) se hará considerando los calibres nominales de las tuberías que recibe la caja.

10.- La especificación completa debe incluir:

- a) Material de que está construido
- b) Espesor mínimo de este material (liviano, pesado, galga especificación)
- c) Ancho y alto de la caja en pulgadas, por la profundidad de la misma, también en pulgadas.
- d) Cantidad y tipos de semi- perforaciones (K. O.) que traerá la caja en los lados, extremos y fondo.

Cajas para instalaciones eléctricas interiores

DESCRIPCION	PULGADAS	mm
OCTOGONALES	4"Ø	100mmØ
RECTANGULARES	2"X4"	100X55X50mm
CUADRADAS	4"X4"	100X40mm

Tabla: Cajas Estándar, según el volumen

Tipos y dimensiones	Perforaciones Esbozadas		Volumen en pulg ³
	En los lados	En el fondo	
Octogonal 3 1/4 x 1 1/2" Prof.	4 – 1/2" 4 – 3/4"	1 – 1/2" 1 – 1/2"	13.2
Octogonal 3 1/2 x 1 1/2" Prof.	2 – 1/2"	1 – 1/2"	15.8
Octogonal 4" x 1 1/2" Prof.	4 – 1/2" 4 – 3/4" 2 – 1/2"+2 – 3/4"	5 – 1/2" 3 – 1/2"+ 2 – 3/4"	20
Octogonal 4" x 2 1/8" Prof.	4 – 3/4" 4 – 1" 2 – 1/2"+2 – 3/4"	3 – 1/2"+ 2 – 3/4"	28.1
Cuadrada 4" x 1/4" Prof.	12 – 1/2"	5 – 1/2"	20
Cuadrada 4" x 1 1/2" Prof.	12 – 1/2" 8 – 3/4" 8 – 1/2"+4 – 3/4"	5 – 1/2" 3 – 1/2"+2 – 3/4"	24
Cuadrada 4" x 2 1/8" Prof.	12 – 1/2" 8 – 3/4" 8 – 1" 4 – 1 1/4" 8 – 1/2"+4 – 3/4"	5 – 1/2" 3 – 1/2"+2 – 3/4"	34
Cuadrada 4 11/16" x 1/2" Prof.	12 – 1/2" 8 – 3/4" 8 – 1/2"+4 – 3/4"	3 – 1/2"+2 – 3/4"	32.9
Cuadrada 4 11/16" x 2 1/8" Prof.	12 – 1/2" 8 – 3/4" 8 – 1" 4 – 1" 8 – 1/2"+4 – 3/4"	3 – 1/2"+2 – 3/4"	46.4
Rectangular 4" x 2 1/8" x 1 1/2"	Extremos 1 – 1/2"	Lados 3 – 1/2"	12.8
Rectangular 4" x 2 1/8" x 1 7/8"	Extremos 1 – 1/2" 2 – 3/4"	Lados 3 – 1/2" 2 – 3/4"	16
Rectangular 4" x 2 1/8" x 2 1/8"	Extremos 1 – 1/2" 1 – 3/4"	Lados 3 – 1/2" 2 – 3/4"	18.8

La siguiente tabla es de cajas regulares de gangs múltiples(Steel – City) con longitudes variables y tabla de cajas profundas.

Tabla de Cajas Regulares de Gangs Múltiples (Steel-City)

(1 5/8" Profundidad x 4 1/2" ancho)

Número de Gang	Longitud Exterior	Pulgadas	K. O.							
			En los lados			En los extremos			En el fondo	
			De 1/2"	De 3/4"	De 1"	De 1/2"	De 3/4"	De 1"	De 1/2"	De 3/4"
2	6 13/16"	50	8	-		4	-		3	2
			-	8		-	4		3	2
			4	4		2	2		3	2
3	8 5/8"	62	10	-		4	-		6	4
			-	10		-	4		6	4
			6	4		2	2		6	4
4	10 7/16"	74	12	-		4	-		6	4
			-	12		-	4		6	4
			6	6		2	2		6	4
5	12 1/4"	86	14	-		4	-		6	4
			-	14		-	4		6	4
			8	6		2	2		6	4
6	14 1/16"	98	16	-		4	-		6	4
			-	16		-	4		6	4
			8	8		2	2		6	4
7	15 7/8"	110	18	-		4	-		6	4
			-	18		-	4		6	4
			10	8		2	2		6	4
8	17 11/16"	112	20	-		4	-		6	4
			-	20		-	4		6	4
			10	10		2	2		6	4
9	19 1/2"	134	22	-		4	-		6	4
			-	22		-	4		6	4
			12	10		2	2		6	4

Tabla de Cajas Profundas

Número de Gang	Longitud Exterior	Pulgadas	K. O.							
			En los lados			En los extremos			En el fondo	
			De 1/2"	De 3/4"	De 1"	De 1/2"	De 3/4"	De 1"	De 1/2"	De 3/4"
2	6 13/16"	74.4	8	-	-	4	-	-	3	2
			-	8	-	-	4	-	3	2
			4	4	4	2	2	4	3	2
3	8 5/8"	88.5	10	-	-	4	-	-	6	4
			-	10	-	-	4	-	6	4
			6	4	-	2	2	-	6	4
4	10 7/16"	105.6	-	-	6	-	-	4	6	4
			12	-	-	4	-	-	6	4
			-	12	-	-	4	-	6	4
5	12 1/4"	122.7	6	6	-	2	2	-	6	4
			-	-	8	-	-	4	6	4
			14	-	-	4	-	-	6	4
6	14 1/16"	134	-	14	-	-	4	-	6	4
			-	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-

			8	6	-	2	2	-	6	4
			-	-	10	-	-	4	6	4
6	14 1/16"	140	16	-	-	4	-	-	6	4
			-	16	-	-	4	-	6	4
			8	8	-	2	2	-	6	4
			-	-	12	-	-	4	6	4

CÁLCULOS DEL NÚMERO DE LUMINARIAS

(Método: Rendimiento de Iluminación)

Para el cálculo de luminarias es necesario contar con los siguientes datos:

- © Nombre del Local a Iluminar
- © Longitud del Local a Iluminar (L) (m)
- © Ancho del Local a Iluminar (A) (m)
- © Altura del Local a Iluminar (H) (m)
- © Color del techo
- © Color de las paredes
- © Color del Suelo

Nota.- Buscar Color y Material en la Tabla N° 07

Color	Material
Blanco	Mortero claro
Techo acústico blanco, según orificios	Mortero oscuro
Gris claro	Hormigón claro
Gris oscuro	Hormigón oscuro
Negro	Arenisca clara
Crema, amarillo claro	Arenisca oscura
Marrón claro	Ladrillo claro
Marrón oscuro	Ladrillo oscuro
Rosa	Mármol blanco
Rojo claro	Granito
Rojo oscuro	Madera clara
Verde claro	Madera oscura
Verde oscuro	Espejo de vidrio plateado
Azul claro	Aluminio mate
Azul oscuro	Aluminio anodizado y abrillantado
	Acero pulido

CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN MEDIA (EM EN LUX)

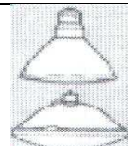
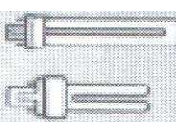
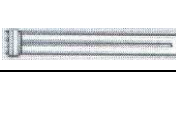
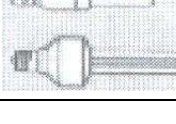
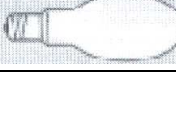
Tabla N ° 08. Iluminancias recomendadas para instalaciones de alumbrado interiores y exteriores.

INTERIORES	VIVIENDAS	LUX
	Alumbrado local en salas de estar (superficie de trabajo)	500-1000
	Alumbrado general en salas de estar (alumbrado ambiente)	50-100
	Cocinas	100-300
	Dormitorios, cuartos de baño, WC.	150-300
	Pasillos, escaleras y garajes	50-100
	ESCUELAS	
	Aulas	250-1000
	Aulas de dibujo	400-800
	Tableros de Dibujo	1000-3000
	OFICINAS	
	Salas de delineación	750-1500
	Locales de oficina (trabajo normal, mecanografía, etc)	400-800
	Lugares de trabajo (archivos, salas de espera, etc)	150-300
	TIENDAS	

Grandes espacios de venta y exposiciones	500-1500
Espacios normales de venta	250-500
Escaparates grandes	1000-2000
Escaparates pequeños	

Cálculo del Tipo de Luminaria y flujo luminoso (ϕL)

Tabla N ° 09. Tipos de lámparas.

TIPO DE LAMPARA	FORMA	POTENCIA (W)	PORTA-LAMPARAS	FLUJO LUMINOSO Lm.	POSICIÓN FUNCIONA-MIENTO	EQUIPO ELÉCTRICO
INCANDES-CENCIA (Lámpara de incandescencia _Standar GLS		60	E-27	730	Cualquiera	No precisa
		75		900		
		100		1380		
		150		2220		
		200		3150		
		300	E-40	4800		
		500		8400		
		1000		18800		
1500	29500					
PAR 38 PAR 56		60	E-27	650	Cualquiera	No precisa
		80		820		
		120		1500		
		300	GX 16d	3000		
INCANDES-CENCIA HHALOGE-NADA (Cuarzo lodo)		150	R 7s-15	2400	Horizontal ± 15°	No precisa
		200		3200		
		300		5000		
		500		9500		
		1000		22000		
		1500		33000		
		2000	44000			
T.F. (Rectilíneos) T.F. (Circulares)		18	G 13	1300	Cualquiera	Reactancia+ Cebador
		36		3250		
		58		5200		
		22	G 10q	1200		
32	3000					
FLUOR (Lámparas Fluorescentes Compactas con Reactancia Incorporada		7	G 23	400	Cualquiera	Reactancia
		9		600		
		11		900		
		18	G 24 d-2	1200	Cualquiera	Reactancia+ Cebador
		18	2G 11	1200		
		36		2900		
COMPACTA (Lámparas Fluorescentes Compactas con Reactancia Incorporada)		9	E.27	450	Cualquiera	No precisa (Reactancia Electrónica incorporada)
		13		650		
		18		900		
		25		1200		
		7	E-27	400	Cualquiera	No precisa (Reactancia Electrónica incorporada)
		11		600		
		25		900		
		20		1200		
MEZCLA (Luz mezcla)		160	E-27	3100	Vertical ±30°	No precisa
		250	E-40	5600	Cualquiera	
		500		14000		
V. M. (Vapor Mercurio)		50	E - 27	1800	Cualquiera	Reactancia
		80		3800		
		125		6300		
		250	E - 40	13000		
		500		22000		

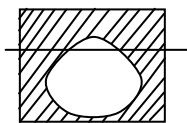
		35		4800		
		55		8000		

TIPO DE LAMPARA	FORMA	POTENCIA (W)	PORTA-LAMPARAS	FLUJO LUMINOSO Lm.	POSICIÓN FUNCIONA-MIENTO	EQUIPO ELÉCTRICO
H. M. (Halogenuros Metálicos)		70	R 7s	5000	Horizontal ± 45ª	Reactancia+ Ignitor
		150		11000		
		250	Fc 2	20000		
		400		38000		
		250	E - 40	17000	Cualquiera Consultar	
		400		26000		
	250	E - 40	19000	Cualquiera Consultar Horizontal ± 60ª		
	400		28000			
	1000		80000			
	2000		17000			
V.S.A.P. (Vapor de Sodio Alta Presión)		70	R 7s	7000	Horizontal ± 45ª	Reactancia+ Ignitor
		150		15000		
		50	E - 27	3500		
		70		5600		
		100	E - 40	9500		
		150		14000		
250		25000				
400		47000				
	1000		13000			
V.S.B.P. (Vapor de Sodio Baja Presión)		18	BY 22d	1800	Vertical abajo ± 110º	Reactancia+ Arrancador (Circuito Especial)
		35		4800		
		55		8000		

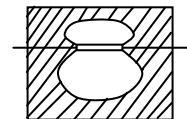
CÁLCULO DE LAS LUMINARIAS SEGÚN LA RADIACIÓN DEL FLUJO LUMINOSO

RESPECTO AL PLANO HORIZONTAL.-

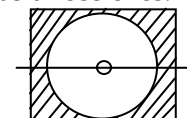
Directa: De (0 a 10)% por arriba y de (90 a 100)% por debajo de la horizontal, este tipo es el más eficiente desde el punto de vista de obtención de la máxima cantidad de luz producida por la fuente en el plano de trabajo. También es la que produce mayores sombras y deslumbramiento.



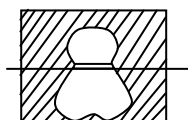
Semi-Directa: De (10 a 40)% hacia arriba, de (60 a 90)%, hacia abajo la mayoría de luz se dirige hacia abajo.



Difusa General: De (40 a 60)% hacia abajo ; de (40 a 60)% hacia arriba. Este tipo hace que la misma cantidad de luz sea la misma en todas direcciones.



Directa e Indirecta: Es una modificación de la luminaria Difusa- General y consiste en impedir que se emita luz en la zona cercana a la horizontal.



Semi-Indirecta: De (60 a 90)% hacia arriba ; de (10 a 40)% hacia abajo; en este tipo de alumbrado el techo debe tener alta reflectancia.



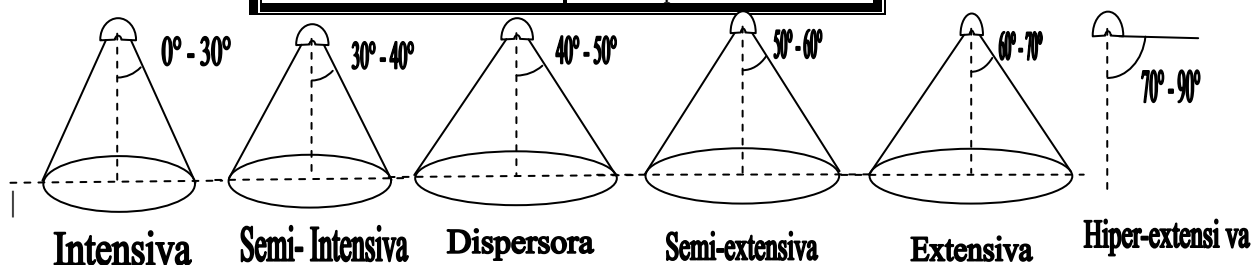
Indirecta: De (90 a 100)% hacia arriba ; de (0 a 10)% hacia abajo; este tipo dirige casi toda la luz hacia el techo; las sombras producidas se reducen al mínimo.



Las luminarias de radiación directa y distribución simétrica pueden dividirse según el ángulo de abertura, de acuerdo a la tabla N° 10.

Tabla N° 10. Ángulo de cobertura para luminarias de radiación directa y distribución simétrica.

Ángulo de Abertura	Denominación
0° a 30°	Intensiva
30° a 40°	Semi-intensiva
40° a 50°	Dispersora
50° a 60°	Semi - extensiva
60° a 70°	Extensiva
70° a 90°	Hiper-extensiva



CÁLCULOS DE LOS FACTORES DE REFLEXIÓN (ρ)

Tabla 11. Factores de reflexión de distintos colores y materiales para luz blanca.

Color	Factor de Reflexión	Material	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	0.5-0.75	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	0.10-0.2	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

Elegir los factores de Reflexión de:Factor de Reflexión del Color del techo (ρ_1)Factor de Reflexión del Color de las paredes (ρ_2)Factor de Reflexión del Color del Suelo (ρ_3)**CÁLCULO DE LA ALTURA DE LAS LUMINARIAS SOBRE EL PLANO DE TRABAJO (H)****Altura del plano de trabajo sobre el suelo = 0.85**

$$h' = H - 0.85$$

$$\text{Altura mínima: } h = \frac{2}{3} h'$$

$$\text{Altura aconsejable: } h = \frac{3}{4} h'$$

$$\text{Altura óptima: } h = \frac{4}{5} h'$$

Nota.- En el caso de iluminación indirecta y semi-indirecta no debe superarse el valor correspondiente a la altura óptima.

DISTANCIA ENTRE LUMINARIAS (D)Para luminarias con distribución intensiva $d \leq 1,2 h$ Para luminarias con distribución semi – intensiva ó semi-extensiva $d \leq 1,5 h$ Para luminarias con distribución extensiva $d \leq 1,6 h$

El tipo de luminaria respecto a la altura del local, se selecciona de la forma siguiente:

Altura del local	Tipo de luminaria
Hasta 4 mts.	Extensiva
De 4 a 6 mts.	Semi- Extensiva
De 6 a 10 mts.	Semi-Intensiva

CÁLCULO DEL ÍNDICE DEL LOCAL

Para luminarias de tipo directo:

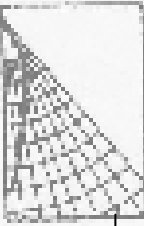
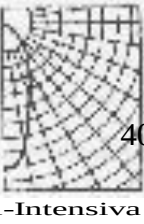
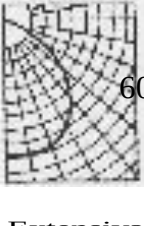
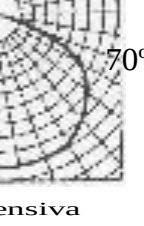
$$K = \frac{a \times b}{h(a + b)}$$

Para luminarias de tipo indirecto:

$$K = \frac{3a \times b}{2h'(a + b)}$$

CÁLCULOS DEL RENDIMIENTO DEL LOCAL (η_R)

Con los valores de Reflexión ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 y el índice de local K, entramos a la tabla N° 12

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						
Índice del local		K												
A 1		30°	0,6	0,60	0,55	0,54	0,60	0,55	0,61	0,56	0,78	0,69	0,56	0,68
		0,8	0,69	0,54	0,64	0,70	0,65	0,70	0,65	0,87	0,72	0,66	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	
		2,5	0,92	0,88	0,87	0,94	0,90	0,97	0,92	1,04	1,02	0,96	0,93	
		3	0,94	0,91	0,90	0,97	0,93	1,00	0,95	1,05	1,06	1,00	0,95	
		4	0,97	0,93	0,94	0,99	0,97	1,04	1,00	1,06	1,11	1,05	0,97	
		5	0,99	0,96	0,95	1,00	0,98	1,06	1,02	1,06	1,14	1,09	0,98	
A 1.1		40°	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	0,76	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	0,86	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	
		2,5	1,20	1,07	1,01	1,03	0,98	1,05	0,99	0,96	0,97	0,94	1,17	
		3	1,21	1,10	1,05	1,05	1,00	1,06	1,00	0,98	0,98	0,96	1,20	
		4	1,24	1,15	1,10	1,08	1,03	1,06	1,02	1,00	1,00	0,98	1,23	
		5	1,25	1,17	1,13	1,10	1,06	1,07	1,03	1,01	1,01	0,99	1,24	
A 1.2		60°	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	0,53	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	0,75	0,80	0,74	0,96	0,80	0,73	0,77	0,72	0,71	
		2	1,11	0,91	0,84	0,87	1,81	1,00	0,86	0,80	0,84	0,79	0,78	
		2,5	1,15	0,97	0,90	0,92	1,87	1,02	0,91	0,85	0,88	0,83	0,82	
		3	1,18	1,02	0,96	0,96	1,91	1,04	0,94	0,89	0,91	0,87	0,86	
		4	1,21	1,09	1,02	1,02	1,96	1,05	0,97	0,94	0,95	0,91	0,90	
		5	1,23	1,12	1,06	1,04	1,00	1,06	1,00	0,96	0,97	0,94	0,92	
A 2		70°	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	0,66	
		2	1,10	0,89	0,81	0,85	0,78	0,98	0,83	0,77	0,80	0,77	0,74	
		2,5	1,14	0,96	0,88	0,91	1,85	0,01	0,89	0,83	0,85	0,82	0,80	
		3	1,17	1,01	0,94	0,95	1,89	0,03	0,92	0,87	0,88	0,86	0,84	
		4	1,21	1,07	1,01	1,00	1,95	0,04	0,96	0,92	0,93	0,90	0,89	
		5	1,23	1,12	1,06	1,03	1,98	0,05	0,99	0,95	0,96	0,93	0,92	
A 2.1		90°	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	0,66	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
2,5	1,08	0,87	0,78	0,81	0,74	0,96	0,81	0,73	0,77	0,72	0,70
3	1,13	0,93	0,84	0,86	0,79	0,99	0,85	0,78	0,81	0,76	0,75
4	1,17	1,01	0,92	0,94	0,87	1,02	0,90	0,85	0,88	0,83	0,81
5	1,18	1,04	0,96	0,95	0,90	1,02	0,93	0,87	0,89	0,85	0,83

CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LA LUMINARIA (η_L)

Es un dato de fabricante, varía generalmente:

$$0.80 \leq (\eta_L) \leq 1$$

CÁLCULO DEL RENDIMIENTO TOTAL DE LA LUMINARIA (η)

$$\eta = \eta_R \times \eta_L$$

CÁLCULO DEL FACTOR DE CONSERVACIÓN (f_c)

Bueno (f_c) = 0.8

Medio (f_c) = 0.75

Malo (f_c) = 0.65

CÁLCULO DEL FLUJO LUMINOSO TOTAL

Se calcula de la siguiente manera:

$$\Phi = \frac{E_m \times S}{\eta \times f_c}$$

Donde:

Φ = Flujo luminoso total necesario (lúmenes)

E_m = Iluminancia media (lux)

S = Superficie que hay que iluminar (m^2)

η = Rendimiento de la iluminación

f_c = Factor de Conservación de la instalación.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE PUNTOS DE LUMINARIAS (N)

Se calcula de la siguiente manera:

$$N = \frac{\Phi_T}{\Phi_L \times N^\circ \text{Artefactos en cada luminaria}} \quad N^\circ \text{ Circuitos de Alumbrado} = \frac{N^\circ \text{ Total de Luminarias}}{18}$$

Nota.-El cálculo se repite para los “n” locales que el usuario desee ingresar.

TOMACORRIENTES

Son dispositivos para proveer un medio conveniente y seguro de conectar utensilios portátiles ó equipo portátil a un circuito eléctrico.

Los tomacorrientes tienen sus contactos estacionarios montados sobre una cubierta aislante, con aberturas que admiten los vástagos del enchufe. Están formados por cuchillas proyectadas, montadas sobre una envuelta aislante con previsiones para unirlos a un cable móvil.

CLASIFICACIÓN.-

1.- Por su método de instalación:

- a) Para montaje empotrado (Flush): Línea Standard y línea intercambiables.
- b) Para montaje superficial y alambrado expuesto sobre aisladores.
- c) Para montaje superficial y alambrado con cable de cubierta metálica.
- d) Para montaje en gabinetes especiales.

2.- Según el Número y Dispositivos de Vástagos.-

- a) Bipolares, es decir con vástagos en paralelo.
- b) Bipolares, es decir con vástagos en Tandem.
- c) Bipolares, es decir con vástagos polarizados, se usan para evitar su conexión a sistemas de suministro distintos del correcto, de donde se requiere una polaridad única en algún dispositivo.
- d) Tripolar, en caso de corriente trifásica.
- e) Tetrapolar, en el caso de corriente trifásica con neutro.
- f) Bipolar coaxial (tipo Banana).

3.- Según la forma de los vástagos.- Puede ser:

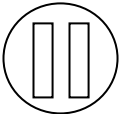
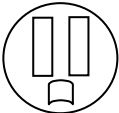
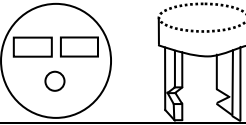
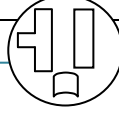
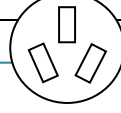


Tomacorrientes de la Serie Intercambiable.- No son para instalaciones de trabajo pesado. Los tomacorrientes para uso industrial son de diseño especial, según el grado de humedad, vapor ó riesgo de explosión y son de alta intensidad (elevado número de amperios)

ENCHUFES

Dispositivos de Enchufe.- Según VDE, los dispositivos de enchufes consisten en la caja y en la clavija. Pueden ser móviles ambas partes ó solo una. La caja es la parte destinada para la conexión a la fuente de corriente. Los dispositivos de enchufe con cajas y clavija móviles se denominan acoplamientos. En los dispositivos de enchufe el cuello, tanto la clavija como la caja, tienen cuello de protección. Son admisibles para tensiones hasta 250 Volt. contra tierra y para corriente trifásica hasta 380 Volt. con punto estrella puesta a tierra.

Tomacorrientes según la forma de vástagos (Norma A. S. A.)

Vástagos en Paralelo	Vástagos Trifásicos
 Para 15 Amp. 125 – 250 Volt	 Para: © 10 Amp.250-600 Vol. © 20 Amp.250 Vol. © 30 Amp.250 Vol.
 Vástagos en paralelo con toma a tierra para 15 Amp. 125-250 Volt	 Para 20 Amp. 250 Volt.
 Vástagos en T para 15 Amp. 125-250 Volt.	 Para 20 Amp. 250 Volt. Con neutro.
Vástagos Intercambiables	Vástagos en Tandem con Toma a Tierra
 Sin neutro Para 20 Amp. 250 Vol Sistema Monofásico	 Para: © 15 Amp.250 Volt.
 Sin neutro	 Para 10 Amp. 250 Volt.

	Para 15 A. 0-250 Volt Para 20 A. 0-250 Volt Con toma a tierra		Para 20 Amp. 250 Volt.
	Con toma a tierra Para 10 Amp. 250 Vol		Para Cocinas Eléctricas 30 Amp. 250 Volt. 50 Amp. 250 Volt.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE TOMACORRIENTES (N ° Tomacorrientes).-

$$N^{\circ}_{\text{Tomacorrientes de cada local}} = \frac{2 * \text{Largo} + 2 * \text{Ancho}}{4}$$

Nota.- El cálculo se repite por cada local ingresado por el usuario.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE CIRCUITOS

$$N^{\circ}_{\text{Circuitos de Tomacorrientes}} = \frac{N^{\circ}_{\text{Total de Tomacorrientes}}}{18}$$

TABLEROS

Son marcos ó paneles ó unión de paneles sobre los cuales van montados aparatos de protección de sobrecorriente, sobretensión, barras, instrumentos de medición eléctrica. Generalmente son accesibles por su parte posterior, tanto como por su frente.

CLASIFICACIÓN DE LOS TABLEROS.-

a) Tablero de Frente Vivo ó Expuesto (Live-Front).- Es un tablero que trabaja o usa siempre una tensión menor a 600 Voltios.

b) Tablero de Frente Muerto (Dead-Front).- Es un tablero en el cual ninguna parte viva se encuentra expuesta, se usan en todos los tableros modernos. Se clasifican:

- © Tableros Verticales
- © Tableros de Banco
- © Tableros de Pedestal ó Columnas
- © Tableros de Combinación

CÁLCULO DEL NÚMERO DE POLOS DEL TABLERO GENERAL

$$N^{\circ}_{\text{Polos T.G.}} = (N^{\circ}_{\text{Tableros de Distribución}}) \times k + (N^{\circ}_{\text{Circuitos de Reserva}}) \times k$$

Donde:

N° Tableros de Distribución= Sumatoria de Tableros de Distribución (uno por cada piso)

Si es monofásico K = 2

Si es trifásico K=3

CÁLCULO DEL NÚMERO DE POLOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

$$N^{\circ}_{\text{Polos T.D.}} = (N^{\circ}_{\text{Circuitos de Alumbrado}} + N^{\circ}_{\text{Circuitos de Tomacorrientes}}) \times k + (N^{\circ}_{\text{Circuitos de Cargas Especiales}}) \times k + (N^{\circ}_{\text{Circuitos de Reserva}}) \times k$$

Donde:

N° Circuitos de Cargas Especiales= Sumatoria de Tableros de Cargas Especiales.

Si es monofásico K = 2

Si es trifásico K=3

INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (I.C.P.)

Es un dispositivo automático que forma parte del equipo de medida y se instala de acuerdo a la potencia contratada.

Su misión es controlar la potencia instantánea demandada en la instalación, por lo que se considera como elemento de control y no de seguridad.

Tabla de Intensidades Nominales de I.C.P. con sus correspondientes valores de potencia.

Tabla (A)

In(amperios) I.C.P.	Potencia en Vatios	
	1Ø (220 Voltios)	3Ø (380 Voltios)
1.5	330	1000
3	660	2000
3.5	770	2310
5	1100	3300
7.5	1650	5000
10	2200	6600
15	3300	9900
20	4400	13200
25	5500	16500
30	6600	19800
35	7700	23100
40	8800	26400
45	9900	29700
50	11000	33000
63	13860	41580

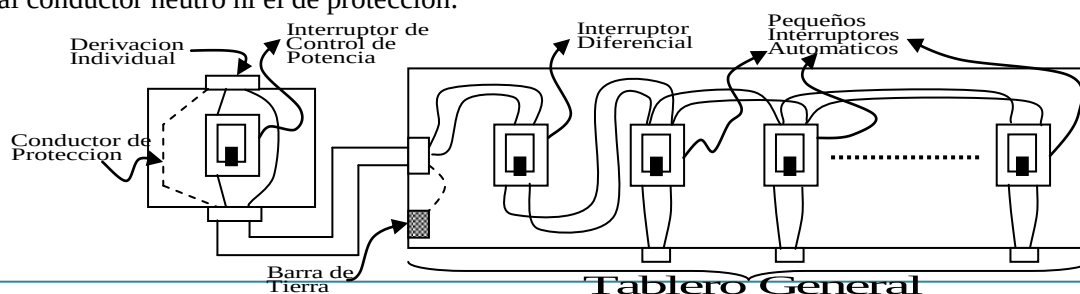
Está protegido por un envolvente aislante con mecanismo de fijación, sistema de conexión, desconexión y dispositivo limitador de corriente. El dispositivo limitador de corriente está formado por una lámina o sistema equivalente de par térmico, pudiendo disponer de bobina de disparo magnético.

El interruptor, en su parte frontal, indica: marca, tipo, tensión nominal en voltios, intensidad nominal en amperios, poder de corto circuito, naturaleza de la corriente, frecuencia, designación según dispositivo de desconexión y número de orden de fabricación.

Instalación del Interruptor de Control de Potencia

Se instala delante del Tablero General de la Vivienda y lo más cerca posible de la entrada de la acometida al usuario particular.

El interruptor se conectan a los conductores activos del circuito, sea monofásico, bifásico, trifásico, etc., y; nunca al conductor neutro ni el de protección.



El interruptor se conecta a los conductores activos del circuito, son monofásicos, bifásicos, trifásicos, etc., y; nunca al conductor neutro ni el de protección.

Características del Interruptor de Control de Potencia

Número de Polos Seccionables.-Unipolar, bipolar, tripolar y tetrapolar.

Tensión Nominal.-

Interruptores Unipolares	220/380 Volt.
Interruptores Bipolares	220 Volt.
Interruptores Tripolares	380 Volt.
Interruptores Tetrapolares	380 Volt.

Intensidad Nominal.- Se indica en la Tabla A.

Intensidades de Desconexión y No Desconexión.-

Intensidad Nominal In	Intensidad Convencional de NO desconexión	Intensidad Convencional de desconexión
1.5	1.6	2.35
3	3.3	4.65
3.5	3.8	5.43
5	5.5	7.75
7.5	8.2	11.63
10	11	15.5
15	16.5	22.5
20	22	30
25	27.5	37.5
30	33	45
35	38.5	52.5
40	44	60
45	49.5	67.5
50	55	75
63	69.3	94.5

TIPOS DE INTERRUPTORES DE CONTROL DE POTENCIA

- © **Interruptor de Control de Potencia de Reenganche Manual.**-Es un interruptor magnetotérmico unipolar o multipolar. Para restablecer el servicio debe ser rearmado ó reenganchado manualmente.

- © **Interruptor de Control de Potencia de Reenganche Automático.-** Son interruptores térmicos, ya que disparan por sobrecarga y vuelven a reenganchar automáticamente al cabo de unos segundos.
- © **Interruptor de Control de Potencia de Reenganche Remoto.-** Son interruptores magnetotérmicos que se disparan por sobrecarga y por cortocircuitos. Una vez que han actuado, no vuelven a reenganchar hasta que no se habrá totalmente el circuito.

INTERRUPTORES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES

El Tablero General (TG) de mando y protección de una vivienda es el encargado de alojar todos los dispositivos de seguridad, protección y distribución de la instalación interior de la vivienda.

Elementos que componen el Tablero General.-

- © Interruptor General Automático de corte omnipolar, con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobre cargas y cortocircuitos.
- © Interruptor Diferencial de alta sensibilidad para protección contra contactos indirectos.
- © Pequeños interruptores automáticos.

Nota.- Corte Omnipolar, significa corte en todos los polos.

Interruptor General Automático (de corte omnipolar).- La función principal de este interruptor general es la de proteger la derivación individual (acometida de servicio particular) contra sobre cargas y cortocircuitos.

Interruptor Diferencial.- Este interruptor se encarga de proteger a las personas contra contactos indirectos. Está diseñado de tal forma que no permita el paso de intensidades de defecto que puedan ser perjudiciales para las personas. Estos interruptores son de alta sensibilidad $I_{m\acute{a}x} = 30 \text{ mA}$. Y un tiempo de respuesta de 50 milisegundos.

Pequeños Interruptores Automáticos.- Estos interruptores disponen de protección magnetotérmico y de corte bipolar y en suministros trifásicos el corte es omnipolar. Protege contra sobrecargas y cortocircuitos a los conductores de los circuitos independientes.

Se recomienda que la intensidad de cortocircuito sea mínimo 3 KA.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Cualquier defecto en una instalación eléctrica puede motivar el que ciertas partes de la misma se hallen bajo tensión por contacto, existiendo el peligro de que por la humedad, el calor ó algunos elementos químicos se aumente la conductividad de los cuerpos, ya de por sí buenos conductores o de otros más débiles: hormigón, tierra, etc., con el riesgo consiguiente para cualquier persona que se halle sobre ellos por su pequeña resistencia al paso de corriente.

APARATOS DE PROTECCIÓN E INTERRUPTORES

FUSIBLES.-

- © Las instalaciones deben estar protegidas por cortacircuitos fusibles ó por automáticos de máxima interrupción de corriente para intensidades anormales, sin la formación de arcos, antes ni después de la interrupción. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión.
- © Todo fusible llevará marcado la intensidad y tensión nominal de trabajo.

Condiciones.-

- © Resistir durante 1 hora: $1,3 I_N$ para secciones $\geq 10\text{mm}^2$ y $1,2 I_N$ para secciones $\leq 10\text{mm}^2$.
- © Fundirse menores o iguales a media hora: $1,6 I_N$ para secciones $\geq 10\text{mm}^2$ y $1,4 I_N$ para secciones $\leq 10\text{mm}^2$.
 - *La I_N del fusible será, como máximo, igual al valor de la intensidad máxima de servicio del conductor protegido.
 - *Los fusibles son de material incombustible.
 - *En circuitos con diferentes calibres, el fusible debe ser igual al de menor sección del conductor la intensidad de ruptura.
- © Cuando la corriente en régimen normal es mayor ó igual a 24 Amp. Por conductor activo, deberá colocarse un cuadro de distribución.

Fusibles Calibrados.-

- © Los fusibles de efecto rápido funden a $2,5 I_N$
- © Los fusibles de efecto lento ó retardado funden a $8I_N$.

Ejemplo.-

- © El arranque directo de un motor en carga absorbe entre 5 a $7 I_N$ y por lo tanto necesita un fusible de efecto retardado.
- © El arranque por resistencias de un motor absorbe $2,5 I_N$ y por lo tanto necesita un fusible de efecto rápido.

Diversos tipos de arranque y su duración.-

- © Arranque Directo.- Dura entre 5 y 12 segundos, cuya intensidad es 6 a $7 I_N$.
- © Arranque Indirecto.- Por medio de resistencias y otras formas de reducción de intensidad, como son autotransformador y estrella triángulo, el arranque dura entre 15 y 30 segundos, cuya intensidad es de $2,5 I_N$.
- © Motores de Media y Gran Potencia.- Molinos, mezcladores, compresores, bombas de pistón, punzonadoras, martillos de forja con servicio inferiores a 30 maniobras por hora.
- © Motores de poca inercia pero con arranques sucesivos que dificultan la refrigeración de los fusibles: tornos, taladros, roscadores, con servicios inferiores a 30 maniobras por hora.
- © Ascensores, montacargas, grúas, aparatos de elevación, etc, sometidos a servicio normal.
- © Otros casos.-
 - *Cuando el número de servicios a efectuar por el motor sea muy elevado, como por ejemplo servicio intensivo de grúas, tornos automáticos.
 - *En el caso de motores que accionan máquinas que no hayan pasado el período de rodaje.

*Cuando la temperatura de ambiente sea superior a 30°.

Cartuchos para fusibles.- Están formados por:

- ☉ Un cuerpo aislante de esteatita antihigroscópica con una elevada resistencia a esfuerzos dinámicos y térmicos.
- ☉ Elemento fusible de plata pura, en forma de lámina con diseño especial para el retardo.
- ☉ Cápsulas plateadas que representan amplia superficie de contacto de la base portafusible. Estas cabezas están perfectamente rebordeadas sobre un anclaje que presenta el cuerpo de esteatita, ofreciendo por tanto una sólida unión al mismo.
- ☉ Cámara de fusión llena de arena de cuarzo que rodea al elemento fusible, quedando bien precintada por dos tapones de amianto.

Cálculo Sencillo del fusible.-

Cálculo del diámetro de un hilo fusible:

$$d = a \cdot \sqrt[3]{I^2}$$

Donde:

d : diámetro

I: intensidad en amperios

a : Constante que depende del material

$$a_{\text{cobre(cu)}} = 0.0538$$

$$a_{\text{plata(ag)}} = 0.0652$$

$$a_{\text{plomo(pb)}} = 0.2046$$

$$a_{\text{aleación plomo-estaño(pb-sn)}} = 0.2112$$

Cálculo de la Intensidad a que se fundirá un hilo de diámetro d:

$$I = \sqrt{d^2 \cdot b}$$

$$b_{\text{cobre(cu)}} = 80$$

$$b_{\text{plata(ag)}} = 60$$

$$b_{\text{plomo(pb)}} = 10.8$$

$$b_{\text{aleación plomo-estaño(pb-sn)}} = 10.3$$

Interruptor Automático Magnetotérmico.- Es un elemento de protección, generalmente de los conductores eléctricos, que sirve para protegerlos contra las sobreintensidades y cortocircuitos.

Clasificación.-Depende del número de polos, del calibre y la posición.

- ☉ Interruptor de Control de Potencia.- Sirve de limitador de potencia contratada.
- ☉ Interruptor General Automático.- Sirve de protección de los cables que llegan al Tablero General.
- ☉ Pequeño Interruptor Automático.- Sirve para proteger las distintos circuitos de la instalación eléctrica.

SISTEMAS DE PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra están destinadas a conducir y/o dispersar diversos tipos de corrientes eléctricas, cumpliendo lo siguiente:

1. Evitar gradientes peligrosas entre la infraestructura de la superficie y el suelo para:
 - ©Protección de las personas, mediante tensiones de toque y de paso de baja magnitud.
 - ©Protección de los equipos: evitando potenciales nocivos y el entretenimiento de descargas.
2. Propiciar un circuito conductor/dispersor de baja impedancia a menor costo para:
 - ©Correcta operación de los relés, manteniendo los potenciales referenciales.
 - ©Dispersión rápida de elevadas corrientes, evitando sobretensiones de rayo, o deterioros por corrientes de corto- circuito.
 - ©Retorno de corrientes de operación normal, como en los sistemas de conducción en corriente continua, neutro a tierra en corriente alterna, protección catódica, etc.

Comportamiento eléctrico del Suelo.-

La tierra es un mal conductor, pero debido a su volumen disponible, se puede lograr niveles conductivos necesarios para su utilización auxiliar.

El mal comportamiento eléctrico de la mayoría de los suelos, está determinado por el contenido de Óxido de Silicio y Óxido de Aluminio que son altamente resistivos, mientras que la conductividad representa un fenómeno esencialmente electroquímico ó electrolítico y por lo tanto depende de la cantidad de agua depositado, o del nivel de humidificación existente y otros factores como:

- ©Polaridad del material, distribución y predisposición a conservar el agua.
- ©Granulometría del material y su contenido de sólidos solubles de relleno.
- ©Las temperaturas promedio y sus variaciones externas en ciclo estacional normal.

RESISTIVIDADES TÍPICAS DE LOS SUELOS

Naturaleza del Terreno	Resistividad Ohmios/m
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Marga y arcillo compactas	100 a 200
Margas de Jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 300
Suelo pedregoso cubierto con césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Naturaleza del Terreno	Resistividad Ohmios/m
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de Mica y cuarzo	500
Granito y grés procedente alteraciones	1500 a 10000
Roca Ígnea	5000 a 15000
Calizas blandas	100 a 300
Terrenos cultivables, fértiles, terraplenes compactos y húmedos	5
Terrenos cultivables poco fértiles terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arena seca permeable	3000
Suelos rocosos fraccionados	6000
Suelos rocosos compactos	14000
Nota.- Valores mínimos y máximos varían en función al % de humedad y al contenido de sales naturales, como a la calidad y cantidad de ellos en el terreno.	

RESISTENCIAS ELÉCTRICAS DE PUESTA A TIERRA SEGÚN SERVICIO

Las resistencias eléctricas según el servicio se divide en:

1. ATMOSFÉRICAS.-

©Pararrayos de punta, servicio de descargas atmosféricas directas (rayos):

- A.- Convencionales Franklins 10 Ohm/m
- B.- Ionizantes Radiactivos 5 Ohm/m

©Pararrayos auto valvulares, servicio de inducciones y sobre tensiones eléctricas:

- A.- Alta y media tensión 20 Ohm/m
- B.- Baja tensión 15 Ohm/m.

2. ELÉCTRICOS.-

Servicio de neutro de red, masas, elementos metálicos distintos de las masas y red de protección
25 Ohm/m

3. ELECTRÓNICOS.-

Servicio de neutro de circuitos de equipos electrónicos, masas y relés de protección
10 Ohm/m

RESISTENCIAS ELÉCTRICAS RECOMENDABLES**A. Pararrayos de puntas contra descargas directas de rayos:**

- ©Ionizantes o radiactivos 5 a 10 Ohm.
- ©Convencionales Franklins 10 a 15 Ohm

B. Pararrayos Autovalvulares contra inducciones atmosféricas:

- ©Baja tensión 5 a 10 Ohm
- ©Alta tensión 10 a 15 Ohm
- ©Extra alta tensión 10 a 20 Ohm.

C. Protectores eléctricos contra inducciones, sobre tensiones y picos, de origen atmosférico e industrial en bajo voltaje:

- ©Corriente alterna 5 a 10 Ohm
- ©Corriente continua 3 a 5 Ohm

D. Eléctricos de baja, alta, extra alta tensión:

©Tableros de baja tensión:

- Neutros 5 a 10 Ohm
- Masas 10 a 15 Ohm

©Estaciones de transformación de alta/baja tensión:

- Transformadores lado de alta 10 a 20 Ohm
- Neutros 5 a 10 Ohm
- Cables de guarda y masas de alta 10 a 20 Ohm

©Pacios de transformación de extra alta/alta tensión:

- Malla integral del patio 5 a 10 Ohm

©Hidroeléctricas con patio de transformación:

- Malla integral del conjunto 2 a 6 Ohm

E. Servicios electrónicos de control y procesamiento

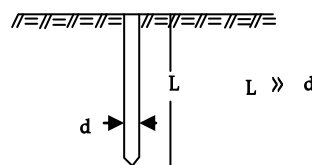
- Continuidad de pantalla 1 a 5 Ohm
- Masas 5 a 10 Ohm.

CÁLCULOS DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

1. Electrodo verticales o Jabalinas:

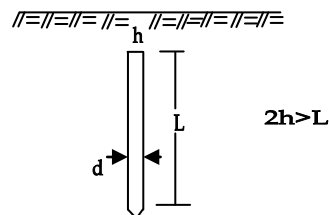
A. Al nivel del Ancho

$$R = 0.366 \frac{\rho}{L} \log \frac{4L}{d}$$



B. Enterrado a una profundidad “h”

$$R = 0.366 \frac{\rho}{L} \log \left[\frac{2L}{d} \sqrt{\frac{4h+3L}{4h+L}} \right]$$



C. Grupos de Jabalinas paralelas; teniendo en cuenta la resistencia de puesta a tierra de una de ellas $R=R_1$

Dos Jabalinas: $R_2 = R_1 \left(\frac{1+\alpha}{2} \right)$

Tres Jabalinas: $R_3 = R_1 \left(\frac{2+\alpha-4\alpha^2}{6-7\alpha} \right)$

Cuatro Jabalinas: $R_4 = R_1 \left(\frac{12+16\alpha-23\alpha^2}{43-40\alpha} \right)$

Donde: $\alpha = \frac{r}{a}$, α : Coeficiente de reduccion
r: Radio de la semi esfera equivalente en m.

$$r = \frac{4}{\ln \frac{4L}{d}} : \text{Expresion aplicable a Jabalinas.}$$

Radios de la semiesfera equivalente para diferentes longitudes de jabalina (r, en metros y en pies)

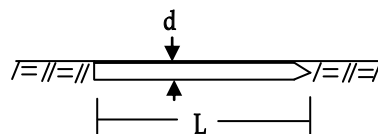
Radio de Jabalina \ Longitud de la Jabalina	0.0127 ½"	0.0254 1"	0.0508 2"	0.0762 3"
4' 1.220	0.708 0.216	0.807 0.246	0.940 0.286	1.038 0.316

6'	0.993	1.121	1.288	1.410
1.830	0.302	0.342	0.393	0.430
7'	1.123	1.270	1.452	1.588
2.135	0.342	0.387	0.442	0.484
8'	1.262	1.418	1.616	1.749
2.440	0.385	0.432	0.493	0.548
9'	1.406	1.562	1.773	1.929
2.745	0.430	0.476	0.540	0.588
10'	1.524	1.702	1.931	2.095
3.05	0.465	0.520	0.588	0.639

2. Electrodo horizontales o contrapesos:

A. Al nivel del Suelo

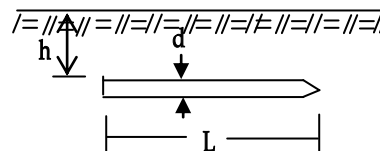
$$R = 0.732 \frac{\rho}{L} \log \frac{2L}{d}$$



B. Enterrado a profundidad "h"

$$R = 0.366 \frac{\rho}{L} \log \frac{L^2}{hd}$$

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \log \frac{L^2}{1.8hd}$$

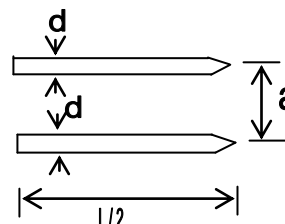


C. Dos contrapesos a profundidad h

-Disposición Paralela

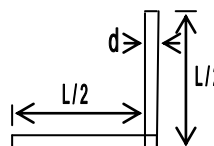
$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^4 / 16}{3.42hdaA}$$

$$\text{Donde: } A = \sqrt{a^2 + 4h^2}$$



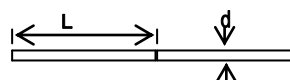
-Disposición Perpendicular

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{1.27hd}$$



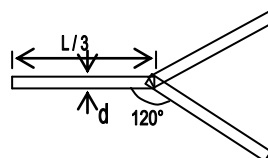
-Disposición en Oposición

$$R = 0.183 \frac{\rho}{L} \left(\log \frac{4L}{d} + \log \frac{L}{h} - 0.25 \right)$$



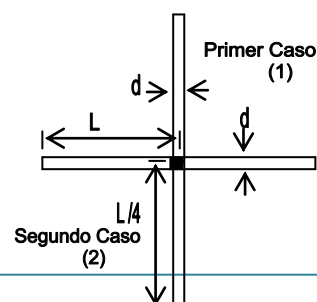
D. Tres contrapesos a profundidad "h"

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{0.767hd}$$



E. Cuatro contrapesos a profundidad "h"

-Disposición ángulo Recto



$$R = 0.0915 \frac{\rho}{L} \left(\log \frac{4L}{d} + \log \frac{L}{h} + 1.265 - 0.93 \frac{h}{L} \right)$$

Donde L: Longitud del brazo (1)

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{0.217hd}$$

Donde L: Longitud Total (2)

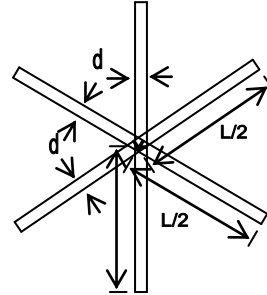
F. Seis contrapesos a profundidad "h"

$$R = 0.366 \frac{\rho}{L} \left(\ln \frac{4L}{36dh} + 2.98 - 8.16 \frac{h}{L} \right)$$

Donde L: Longitud Total

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2 \cdot 10^3}{9.42hd}$$

Donde L: Longitud Total



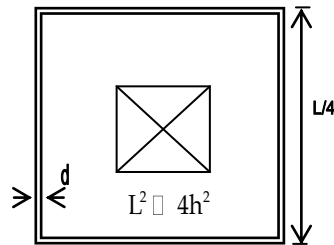
G. Cuadrángulo a profundidad "h"

$$R = 0.366 \frac{\rho}{L} \log \frac{4.25L^2}{dh}$$

Donde L: Longitud Total

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{1.621L^2}{hd}$$

Donde L: Longitud Total



H. Cuadrángulo a profundidad "h"

$$R = 0.366 \frac{\rho}{L} \log \frac{8L^2}{\pi dh}$$

$$R = \frac{\rho}{\pi L} \ln \frac{1.27 l}{a}$$

Donde :

$$l = \pi D$$

$$a = \sqrt{d \cdot h}$$

$$D = \text{Diametro del anillo} = \frac{L}{\pi}$$

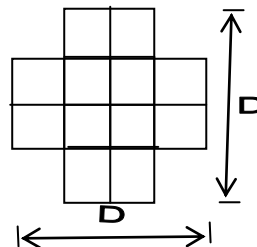
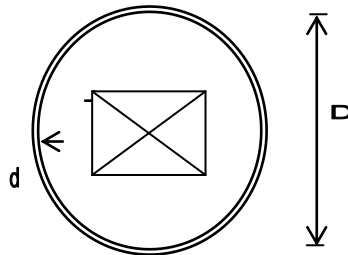
I. Malla enterrada a profundidad "h"

$$R = \frac{\rho}{2D} + \frac{\rho}{L}$$

Donde :

L: Longitud total

D=Lados iguales



PRUEBAS

Antes de la colocación de los artefactos de alumbrado y aparatos de utilización se efectuará una prueba de toda la instalación. Las pruebas serán de aislamiento a tierra y de aislamiento entre conductores, debiéndose efectuar las pruebas en cada circuito:

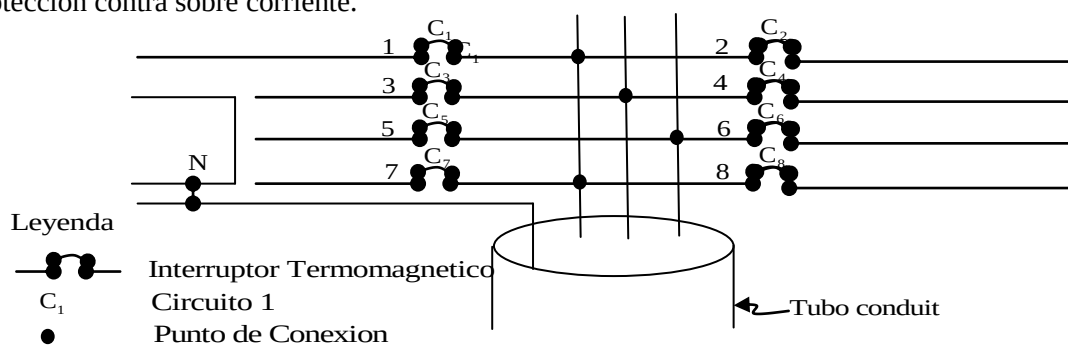
✓ Circuitos de 15 a 20 Amperios o menor	1'000,000 Ohm.
✓ Circuitos de 21 a 50 Amperios	250,000 Ohm.
✓ Circuitos de 51 a 100 Amperios	100,000 Ohm.
✓ Circuitos de 101 a 200 Amperios	50,000 Ohm.
✓ Circuitos de 201 a 400 Amperios	25,000 Ohm.
✓ Circuitos de 401 a 800 Amperios	12,000 Ohm.

CIRCUITOS DERIVADOS

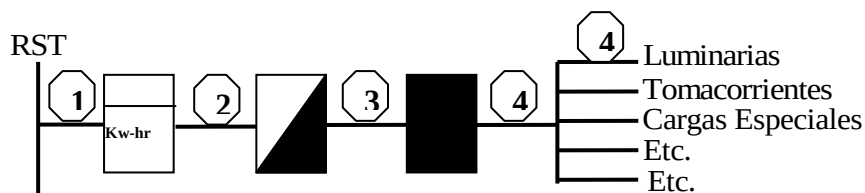
Es el conjunto de conductores y demás dispositivos de cada uno de los circuitos que se extiende desde los últimos dispositivos de protección contra sobre corriente en donde termina el circuito alimentador, hacia las salidas de las cargas.

Sea plica a unidades de alumbrado, aparatos domésticos y comerciales en instalaciones de baja tensión.

La clasificación de circuitos derivados es de acuerdo con la capacidad o ajuste de su dispositivo de protección contra sobre corriente.



El sistema eléctrico está compuesto de acuerdo al siguiente diagrama:



Identificación de Conductores ó Terminales que se conectan a Tierra.-

Cuando el sistema de canalización interior cuente con un conductor conectado a tierra, se identifica este conductor continuamente a lo largo del sistema de un color verde ó amarillo.

Si un conductor conectado a tierra alimenta a un portalámparas, deberá conectarse el casquillo roscado en el que se atornilla la lámpara. Esta regla no se aplica a casquillos roscados que sirven como portafusibles.

Para la identificación de terminales de tierra, se hace por medio de un baño de metal blanquecino, como níquel ó zinc, o bien los terminales son de un material blanquecino.

Clasificación de Circuitos Derivados.- De acuerdo a su protección contra sobrecorriente: 15, 20, 30, 50 Amperes. Cargas individuales mayores a 50 Amperes deben tener circuitos individuales.

Colores Normales de Identificación.-

1. Circuitos Trifilares: Negro, blanco, rojo.
2. Circuitos Tetrafilares: Negro, blanco, rojo y azul
3. Circuitos Pentafilares: Negro, blanco, rojo, azul y amarillo.
- 4.

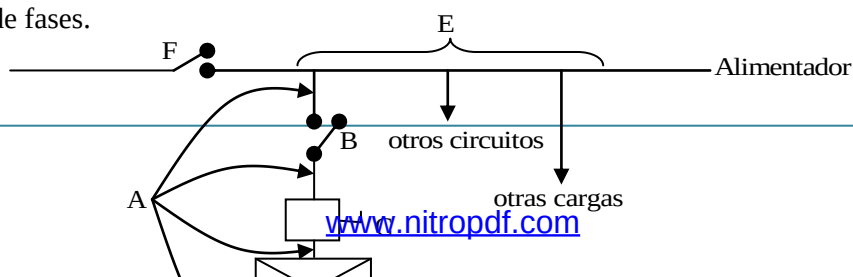
Circuitos Derivados para Alumbrado.-

$$\text{Nº de Circuitos} = \frac{\text{Carga Total (Watts)}}{\text{Capacidad de cada circuito(Watts)}}$$

CIRCUITOS DERIVADOS PARA MOTORES

Para la selección de los motores eléctricos se deberá tomar las características siguientes:

1. Potencia de Entrada ó Salida, en HP o KW, también conocido como Potencia en la flecha
2. Velocidad Nominal en RPM, para condiciones normales de operación.
3. Tamaño de la carcasa, especificación contenida en los catálogos de fabricante.
4. Clasificación por velocidades
5. Efecto del ciclo de trabajo, pueden ser continuos o alternativos, con carga aplicada directa al eje o a través de poleas o cajas de engranajes reductores de velocidad, el par motor varía y también el voltaje de alimentación.
6. Temperatura ambiente, los motores de inducción pueden ser usados cercanos a hornos o equipos de altas temperaturas ó sumergidos como es el caso de bombas de pozo profundo.
7. Elevación de Temperatura en la máquina
8. Voltaje Nominal
9. Tipo de Carcasa y Condiciones Nominales.
10. Requerimiento de mantenimiento y accesibilidad
11. Frecuencia
12. Número de fases.



A : Conductores del Circuito Derivado del Motor

B : Medio de desconexión del Motor.

C : Protección del Circuito Derivado

D : Control del Motor y Protección de Operación

10 : Indica la Potencia del Motor.

E : Alimentador de otras cargas

F : Dispositivo de Protección del Alimentador

Los datos de Placa del Motor, deberá consignar los datos siguientes:

1. Nombre del Fabricante y Potencia en H. P. ó KW
2. Voltaje Nominal y Corriente a plena carga
3. Frecuencia y número de fases.
4. Letra de Código
5. Factor de Potencia $\cos \phi$.

Protección contra Corto Circuito Derivado de un Motor (Elemento C).- También denominado elemento de protección contra sobre corriente, por corto circuito, fallas a tierra ó bien sobrecargas súbitas, protege al alambrado del circuito derivado.

Se utilizan fusibles o bien interruptores termo magnéticos instantáneos para interrumpir corrientes de falla a grandes corrientes de sobrecarga.

Protección contra Sobrecarga en el Motor (Elemento D).- Cuando el motor se encuentra operando y la carga mecánica que acciona y esta acoplada a su eje se incrementa o es excesiva, la corriente que demanda el motor también es excesiva.

Es el segundo elemento de protección en operación del motor junto con el control del motor, a esta protección se le conoce como protección de sobrecarga o de sobre corriente.

La corriente excesiva que demanda el motor hace activar al dispositivo de protección accionado térmicamente (elemento térmico) que interrumpen el circuito en forma directa en motores pequeños o de potencia media.

Corrientes de Arranque.- Los motores de gran potencia demandan de la línea de alimentación valores de corriente de arranque elevados.

Los motores grandes se arrancan por medio de auto transformador o bien con resistencias o reactores que reducen el voltaje de arranque del motor.

Cálculo de los Alimentadores para Motores Eléctricos.-

1. Listar las características de motores
 2. De tablas dar las corrientes a plena carga
 3. Seleccionar tipo y tamaño de la protección de circuito derivado
 4. Calcular la corriente a plena carga
 5. Agregar 25% a la corriente total y calcular el conductor
 6. Seleccionar el dispositivo de protección mayor
 7. Agregar las corrientes a plena carga de otros motores para calcular la protección
 8. Seleccionar dispositivos de protección
 9. Seleccionar tubo conduit y otros elementos.
- © Cuando se alimenta a un motor en forma individual, la capacidad de conducción de corriente (Ampacidad) de los conductores del circuito derivado debe ser al menos 125% de la corriente a plena carga o nominal del motor.
- © Cuando se alimenta más de un motor, la capacidad de corriente (Ampacidad) del conductor es la suma de 1.25 veces la corriente a plena carga del motor mayor más la suma de las corrientes a plena carga del resto de los motores:

$$I_{TPC} = 1.25 I_{MPC} + \sum I_{MPC}$$

Donde:

I_{TPC} : Corriente total a plena carga en amperes

I_{MPC} : Corriente a plena carga del motor mayor en amperes

I_{MPC} : Corriente a plena carga de otros motores en amperes

Corriente a Plena Carga en Amperes, de motores de Corriente Directa

C.P. (HP)	Tensión Nominal de Armadura		
	120 Volt.	240Volt.	500Volt.
¼	3.1	1.6	
1/3	4.1	2.0	
½	5.4	2.7	
¾	7.6	3.8	
1	9.5	4.7	
1 ½	13.2	6.6	
2	17.0	8.5	
3	25.0	12.2	
5	40.0	20.0	
7 ½	58.0	29.0	13.6
10	76.0	38.0	18.0
15		55.0	27.0
20		72.0	34.0
25		89.0	43.0
30		106.0	51.0
40		140.0	67.0
50		173.0	83.0
60		206.0	99.0
75		255.0	123.0

100		341.0	164.0
125		425.0	205.0
150		506.0	246.0
200		675.0	330.0

Nota.- Los valores dados en la tabla son para motores funcionando a su velocidad normal.

Corriente a Plena Carga en Amperios, de Motores Monofásicos de Corriente Alterna

Los valores mostrados de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

C. P. (HP)	127 Volt.	220 Volt.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1 1/2	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7 1/2	72.0	42.0
10	91.0	52.0

Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

C.P. (HP)	Motor de inducción de Jaula de Ardilla y Rotor devanado (Amperes)			Motor síncrono, con factor de potencia unitario (amperes)		
	220 Volt.	440Volt.	2400Volt.	220 Volt.	440Volt.	2400Volt.
1/2	2.1	1.0				
3/4	2.9	1.5				
1	3.8	1.9				
1 1/2	5.4	2.7				
2	7.1	3.6				
3	10.0	5.0				
5	15.9	7.9				
7 1/2	23.0	11.0				
10	29.0	15.0				
15	44.0	22.0				
20	56.0	28.0				
25	71.0	36.0		54	27	
30	84.0	42.0		65	33	
40	109.0	54.0		86	43	
50	136.0	68.0		108	54	
60	161.0	80.0	15	128	64	11
75	201.0	100.0	19	161	81	14

100	259.0	130.0	25	211	106	19
125	326.0	163.0	30	264	132	24
150	376.0	188.0	35	-	158	29
200	502.0	251.0	47	-	210	38

Estos valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad, en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

Factores para seleccionar los Conductores para Motores que no sean de Servicio Continuo

Tipo de Servicio que requiere la Carga	Por ciento de la Corriente Nominal Indicada en la Placa de Datos			
	Régimen de Trabajo para el cual fue Diseñado el Motor			
	5 Minutos	15 Minutos	30 y 6 Minutos	Continuo
De Corto Tiempo: Accionamiento de Válvulas, Elevación ó Descenso de Rodillo, etc.	110	120	150	
Intermitente: Ascensores y Montacargas, Máquinas – Herramientas, Bombas, Puentes Levadisos o Giratorios, Plataformas Giratorias, etc.	85	85	90	140
Periódico: Rodillos, Máquinas para manipulación de Minerales, etc.	85	90	95	140
Variable	110	120	150	200

Cualquier aplicación de un motor se considera como de servicio continuo, a menos que la naturaleza de la máquina o aparato accionado sea tal que el motor no opere continuamente con carga bajo cualquier condición de uso.

Ejemplo.-Un motor de inducción usa conductores THW. Calcular el calibre del conductor requerido para el alimentar del motor de 3HP si se alimenta a 220 Voltios.

Solución.-

Para un motor trifásico de Jaula de Ardilla con par de arranque normal, la corriente a plena carga (Tabla **Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna**) a 220 voltios y 3 HP es 10 Amperios, el conductor se calcula para:

$$I = 1.25 I_N = 1.25 * 10 = 12.5 \text{ Amperios}$$

De tablas de capacidad de corriente para conductores, se obtiene: $3 * 2.5 \text{ mm}^2$, siendo el mínimo permisible el siguiente: $3 * 4 \text{ mm}^2$.

Cuando se alimenta más de un motor, la capacidad de corriente (ampacidad) del conductor es la suma de 1.25 veces la corriente a plena carga del motor mayor más la suma de las corrientes a plena carga del resto de los motores.

$$I_{TPC} = 1.25 * I_{MPC} + \sum I_{MPC}$$

Donde:

I_{TPC} : Corriente total a plena carga en amperes

I_{MPC} : Corriente a plena carga del motor mayor de amperes.

$\sum I_{MPC}$: Corriente a plena carga de otros motores en amperes.

Ejemplo.- Si para el enunciado del caso anterior se le agregan a su circuito derivado un motor trifásico de 2HP.

Solución.-

El motor más grande es el de 3 HP, cuya corriente a plena carga es de 10 Amperes; para el motor de 2HP a 220V la corriente a plena carga es de 7.1 Amperios (Tabla **Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna**). Por lo tanto la corriente total es:

$$I_{TPC} = 1.25 * I_{MPC} + \sum I_{MPC}$$

$$I_{TPC} = 1.25 * 10 + 7.1 = 19.6 \text{ Amperios.}$$

De tablas de capacidad de corriente para conductores, se obtiene: $3 * 4 \text{ mm}^2$.

Medios de Desconexión del Circuito Derivado del Motor (Elemento B).- Los medios de desconexión del circuito derivado del motor, están localizados lo más cerca posible a la alimentación y por lo tanto son capaces de desconectar al motor y controlador del alimentador así como el alambrado del propio circuito derivado.

Por razones de seguridad el elemento controlador debe estar a menos de 15 mts.

Si se utilizan navajas están relacionados con la potencia en HP del motor.

Si se utilizan navajas o interruptores termo magnéticos indistintamente, se dimensionan para un 115% de la corriente a plena carga continua del motor.

Protección del Circuito Derivado del Motor.- El medio de protección del circuito derivado es común que sea un interruptor termo magnético o bien fusibles instalados en la misma caja que las cuchillas des conectadoras, también se le conoce como **“PROTECCIÓN CONTRA CORTO CIRCUITO”**.

Significado de las letras de Código en los Motores Eléctricos.- Las letras de código en los motores eléctricos, representan una medida de la corriente que demanda durante el arranque, a rotor bloqueado, que significa con la velocidad inicial cero y son consideradas como un elemento que interviene en la selección de la protección del motor.

Las letras de Código se expresan en: **KILO VOLT AMPERES / CABALLO DE POTENCIA (KVA/HP)**

$$VA = \sqrt{3} V_L I_L$$

Para el propósito del cálculo de la capacidad ó tipo de los dispositivos de protección es como sigue:

- © Más de 1 HP
- © 1 HP o menos con arranque manual
- © 1 HP o menos con arranque automático.

Letra de Clave	KVA por C. P. con rotor Bloqueado			Letra de Clave	KVA por C. P. con rotor Bloqueado		
A	0	-	3.14	L	9.0	-	9.99
B	3.15	-	3.54	M	10.0	-	11.19
C	3.55	-	3.99	N	11.2	-	12.49
D	4.0	-	4.49	P	12.5	-	13.99
E	4.5	-	4.99	R	14.0	-	15.99
F	5.0	-	5.59	S	16.0	-	17.99
G	5.6	-	6.29	T	18.0	-	19.99
H	6.3	-	7.09	U	20.0	-	22.39
J	7.1	-	7.99	V	22.4	-	y más
K	8.0	-	8.99				

Nota 1.- Los motores de velocidades múltiples deben marcarse con la letra de clave que indique los KVA por caballo de potencia con rotor bloqueado para la velocidad más alta, excepto los motores de potencia constante, los cuales deben marcarse con la letra de clave que de el mayor número de KVA por caballo de potencia con rotor bloqueado.

Nota 2.- Los motores de una sola velocidad de arranque estrella y trabajen en marcha normal en delta, deben identificarse con la letra de clave correspondiente a los KVA por caballo de potencia con rotor bloqueado en la conexión estrella.

Nota 3.- Los motores de dos tensiones que tengan distintos KVA por caballo de potencia con rotor bloqueado en las dos tensiones, deben identificarse con la letra de clave para la tensión que de el mayor número de KVA por caballo de potencia con rotor bloqueado.

Nota 4.- Los motores con alimentación para 50 y 60 Hertz deben identificarse con la letra de clave que designe los KVA por caballo de potencia con rotor bloqueado a 60 Hertz.

Nota 5.- Los motores que arranquen con una parte del devanado, deben marcarse con la letra clave que designe los KVA por caballo de potencia con rotor bloqueado correspondientes a todo el devanado del motor.

Ejemplo.- Calcular para un motor trifásico de inducción de 5HP, 60Hz, 220Volt. Con letra de código H:

- a) La mínima y máxima corriente de arranque posible.
- b) La corriente normal de operación a plena carga.
- c) La mínima corriente de arranque como una relación de la corriente nominal.

Solución.-

a) De la Tabla (letra clave), el código H, el motor tiene 6.3 a 7.09 KVA/HP, por consiguiente:

Los KVA mínimos son:

$$KVA_{\text{MINIMOS}} = \frac{6.3 \text{ KVA}}{\text{HP}} * 5\text{hp} = 31.5$$

Los KVA máximos son:

$$KVA_{\text{MAXIMO}} = \frac{7.09 \text{ KVA}}{\text{HP}} * 5\text{hp} = 35.45$$

Como se trata de un motor trifásico entonces su potencia se puede expresar como:

$$P_{(\text{KVA})} = \sqrt{3} * V * I_{\text{LINEA}} (\text{VA})$$

Donde para el caso de la mínima corriente de línea:

$$I_{\text{MINIMOS}} = \frac{VA_{\text{MIN}}}{\sqrt{3} * V} = \frac{31.5 * 1000}{\sqrt{3} * 220} = 82.66 \text{ Amperios}$$

$$I_{\text{MAXIMOS}} = \frac{VA_{\text{MAX}}}{\sqrt{3} * V} = \frac{35.45 * 1000}{\sqrt{3} * 220} = 93.03 \text{ Amperios}$$

b) La corriente normal de operación a plena carga se obtiene de la tabla (Datos para motores trifásicos de inducción y elementos del circuito derivado) para corriente a plena carga de motores.

DATOS PARA MOTORES TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN Y ELEMENTOS DEL CIRCUITO DERIVADO								
CAPACIDAD. MAX.		CORR.NOR. AMPERIOS	INTERRUPTOR		ARRANCADOR TAMAÑO NEMA	CONDUCTOR TW (AWG 6 MCM)	DIAMET.TUBO CONDUIT	
HP	V		AMPE.	MARCO				
1/4	220	1	15	TE	00	3 N°12	13	1/2
	---	---	---	---	---	---		
1/2	220	2	15	TE	00	3 N°12	13	1/2
	---	---	---	---	---	---		
3/4	220	2.8	15	TE	00	3 N°12	13	1/2
	---	---	---	---	---	---		
1	220	3.5	15	TE	00	3 N°12	13	1/2
	---	1.8	15	TEF	00	3 N°12	13	1/2
1 1/2	220	5	15	TE	00	3 N°12	13	1/2
	440	2.5	15	TEF	00	3 N°12	13	1/2
2	220	6.5	20	TE	00	3 N°12	13	1/2
	440	3.3	15	TEF	00	3 N°12	13	1/2
3	220	9	30	TE	0	3 N°12	13	1/2
	440	4.5	15	TEF	0	3 N°12	13	1/2
5	220	15	30	TE	1	3 N°12	13	1/2
	440	7.5	20	TEF	0	3 N°12	13	1/2
7 1/2	220	22	50	TE	1	3 N°10	19	3/4
	440	11	20	TEF	1	3 N°12	13	1/2
DATOS PARA MOTORES TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN Y ELEMENTOS DEL CIRCUITO DERIVADO								
CAPACIDAD. MAX.		CORR.NOR. AMPERIOS	INTERRUPTOR		ARRANCADOR TAMAÑO NEMA	CONDUCTOR TW (AWG 6 MCM)	DIAMET.TUBO CONDUIT	
HP	V		AMPE.	MARCO				
10	220	27	50	TE	2	3 N°10	19	3/4
	440	14	30	TEF	1	3 N°12	13	1/2
15	220	40	70	TE	2	3 N°8	19	3/4
	440	20	30	TEF	2	3 N°10	19	3/4
20	220	52	100	TE	3	3 N°6	25	1
	440	26	50	TEF	2	3 N°8	19	3/4
25	220	64	100	TE	3	3 N°4	32	1 1/4
	440	32	50	TEF	2	3 N°8	19	3/4
30	220	78	125	TEJ	3	3 N°2	32	1 1/4
	440	39	70	TEF	3	3 N°8	19	3/4
40	220	104	200	TEJ	4	3 N°0	51	2
	440	52	100	TEF	2	3 N°6	25	1
50	220	125	200	TEJ	4	3 N°0	51	2
	440	63	100	TEF	3	3 N°4	32	1 1/4
60	220	150	225	TEJ	5	3 N°2/0	51	2
	440	75	125	TEJ	4	3 N°2	32	1 1/4
75	220	185	300	TEJ	5	3 N°4/0	64	2 1/2
	440	93	150	TEJ	4	3 N°2	51	2
100	220	246	400	TJJ	5	3 N°300 MCM	64	1 1/2
	440	123	200	TFJ	4	3 N°0	51	2
125	220	310	400	TJJ	---	---	---	---
	440	155	225	TFJ	5	3N°3/0	51	2
150	220	360	600	TKM	---	---	---	---
	440	180	300	TJJ	5	3N°4/0	64	2 1/2
200	220	480	800	TKM	---	---	---	---
	440	240	400	TJJ	5	3N°300MCM	64	2 1/2

De manera que para 5 HP a 220 voltios la corriente es 15 Amperios.

c) La máxima corriente de arranque como una relación de la corriente nominal, será:

$$\frac{I_{MAX.}}{I_{NOM.}} = \frac{93.03}{15} = 6.202$$

Es decir, aproximadamente 6.2 veces mayor que la corriente de operación.

CALCULO DE COMPONENTES DEL ALIMENTADOR

El método de cálculo de los componentes del alimentador, es el mismo que el usado para calcular los componentes del circuito derivado de un motor.

1.-Capacidad de Conducción de Corriente(Ampacidad).- De los conductores del alimentador (E) se calcula con 1.25 veces la corriente a plena carga del motor mayor capacidad más la suma de las corrientes a plena carga de los motores restantes. Cargas adicionales o bien otros motores se agregan a esta suma en forma directa.

$$I_A = 1.25 * I_{PCM \text{ mayor}} + \sum I_{PC \text{ otros motores}} + I_{\text{otras cargas}}$$

2.-Dispositivo de protección del alimentador (F).- Para protegerlo contra corto circuito y fallas a tierra, se calcula agregando la suma de las cargas adicionales a la corriente máxima para el dispositivo de protección del motor contra corto circuito o falla a tierra, para el motor mayor.

3.-Cuando se consideren cargas adicionales para el futuro.- Se incluyen en los cálculos para determinar la capacidad apropiada de los alimentadores y los dispositivos de protección.

GRUPOS ELECTRÓGENOS

Es un conjunto formado por un motor primario y una máquina eléctrica generadora. El motor primario es de explosión, proporciona potencia mecánica y en la máquina eléctrica esa potencia mecánica se transforma en eléctrica.

El ámbito de aplicación se da por criterios económicos y de seguridad en el suministro. De acuerdo al funcionamiento se puede establecer en régimen continuo y/o de emergencia.

Funcionamiento en Régimen Continuo.- De arranque manual. Se utiliza generalmente para diversificar las fuentes de energía disponible y por otra, recoger las puntas de demanda que se produzcan en determinados momentos conocidos de antemano.

Se utiliza con períodos de marcha de apreciable consideración.

Se debe evaluar de antemano la parte económica.

Ejemplo.- Compañías o industrias grandes de producción masiva.

Funcionamiento de Emergencia.- No está basada en motivos económicos, sino para evitar los daños como consecuencia de un corte en el suministro convencional.

Ejemplo.- Hospitales, teatros, cines, congresos, almacenes, aeropuertos, redes telefónicas.

Nota.- En instalaciones Agrarias ó Forestales, no suele ser necesaria.

Estos equipos deben ser de arranque fiable (automático) y tiempo de respuesta mínimo.

Características.-

© **Motores.-** Son de explosión a gas-oil ó gasolina ó turbinas a gas.

Los motores de gasolina son adecuados para grupos pequeños, de fácil arranque, las piezas son liviana y tienen menor relación de compresión, son de dos tiempos: a gasolina con aceite y refrigeración por aire. La autonomía es escasa.

Los motores diesel son más pesados y por tener una mayor compresión son más difíciles de arrancar.

- © **Generadores.**-Son de corriente alterna, excepcionalmente se fabrican de corriente continua.

Los generadores de Corriente Alterna tienen alternadores con reguladores de excitación de tipo “sin escobillas” y utilizan aislamientos de clase “F”, resistentes a temperaturas de 155 °C.

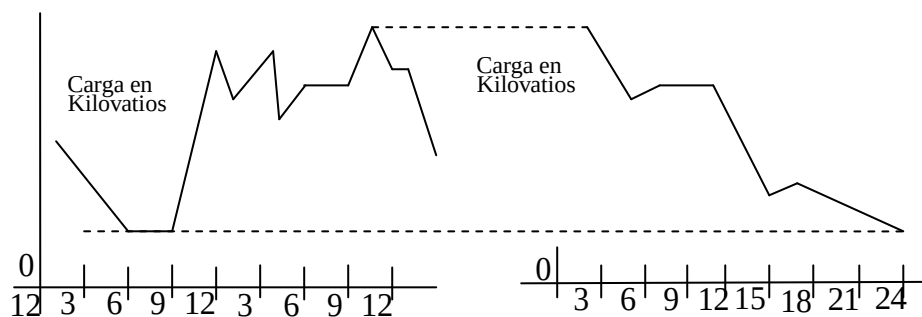
Criterios Generales de Selección.-

- © Evaluación de cargas (simultaneidad y requerimiento de motores de arranque).
- © Transitorios de arranque, pueden llegar a demandar al generador una punta de intensidad, que puede alcanzar hasta seis veces la nominal.
- © El efecto de sobre intensidad viene acompañado por una caída de voltaje que afecta el par de arranque de los motores y factor de potencia disminuye(las detecta el regulador del generador).

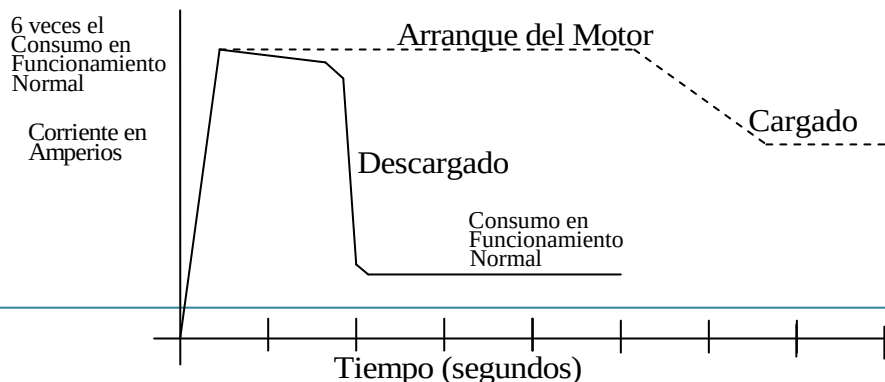
Resumen.-

- © La selección no debe hacerse en función de las potencias nominales.
- © Determinar tolerancias a la variación de la frecuencia y/o tensión.
- © Se debe adecuar la selección a:
 - *La simultaneidad de cargas.
 - *Uso del grupo de emergencia ó continuo.
 - *Instalación fija ó móvil.
 - *Si es conveniente uno o varios grupos.

Curva de Carga - Tiempo y de Carga - Duración.



Intensidad de Arranque en función del tiempo



Ejemplo.- Se tiene un suministro trifásico, cuatro hilos, tensión entre 380/220 Voltios, entre fase y neutro. Atiende a seis bombas de elevación y recirculación de agua de 5 Hp cada una, rendimiento de 0.85 y f.d.p. 0.8. Solo cuatro funcionan a la vez y no siempre los mismos. Cuentan con un arrancador estrella - triángulo. Para un pequeño taller de reparación tiene tres motores de 2 HP cada uno, con rendimiento de 80%, f.d.p. 0.75 y arranque directo. Los motores pueden funcionar a la vez.

Completan la instalación unas viviendas cuyas necesidades en alumbrado y calefacción se estima en 40 Kw con f.d.p. igual a 1.

Solución.-

La intensidad Nominal (I_N), para los motores de 5 Hp será:

$$I_N = \frac{5 \cdot 746}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.8 \cdot 0.85} = 8.33 \text{ Amp.}$$

La intensidad de arranque (I_a), dado que los motores cuentan con arrancador estrella - triángulo, será el doble que la nominal:

$$I_a = 2 \cdot I_N = 16.66 \text{ Amp.}$$

La potencia aparente en el arranque, considerando que no existe caída de tensión en el alternador debido a la sobre intensidad, será:

$$S = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 16.66 = 10.97 \text{ KVA.}$$

La intensidad nominal correspondiente a los motores de 2 HP tendrá el valor:

$$I_N = \frac{2 \cdot 746}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.75 \cdot 0.8} = 3.77 \text{ Amp.}$$

La intensidad de arranque, considerando que los motores son directos (arranque), llega a seis veces la corriente nominal:

$$I_a = 6 \cdot 3.7 = 22.67 \text{ Amp.}$$

La potencia aparente en el arranque, considerando que no existe caída de tensión en el alternador debido a sobre intensidades:

$$S = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 22.67 = 14.92 \text{ KVA.}$$

En los receptores correspondientes a alumbrado y calefacción no es preciso considerar ningún proceso de arranque:

$$I_N = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 1} = 60.8 \text{ Amp.}$$

En resumen, la intensidad total será:

$$4 \cdot 16.66 (\text{f.d.p.} = 0.8) + 3 \cdot 22.67 (\text{f.d.p.} = 0.75) + 60.8 (\text{f.d.p.} = 1) = \\ = 66.64 (\text{f.d.p.} = 0.8) + 68.01 (\text{f.d.p.} = 0.75) + 60.8 (\text{f.d.p.} = 1).$$

$$\text{f.d.p.} = 0.8 \Rightarrow \phi = 36.87^\circ$$

$$\text{f.d.p.} = 0.75 \Rightarrow \phi = 41.41^\circ$$

$$\text{f.d.p.} = 1 \Rightarrow \phi = 90^\circ$$

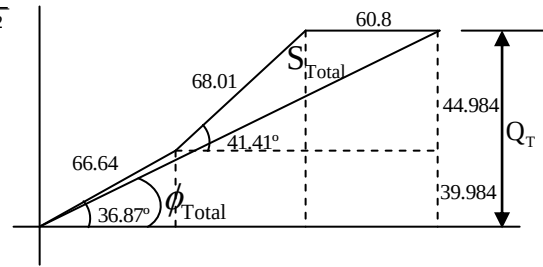
$$I_{\text{Total}} = \sqrt{(53.312 + 51.01 + 60.8)^2 + (39.984 + 44.984)^2}$$

$$I_{\text{Total}} = \sqrt{(165.122)^2 + (84.968)^2}$$

$$I_{\text{Total}} = \sqrt{27265.275 + 7219.56}$$

$$I_{\text{Total}} = 185.7 \text{ Amp.}$$

$$\text{f.d.p.} = 0.45$$

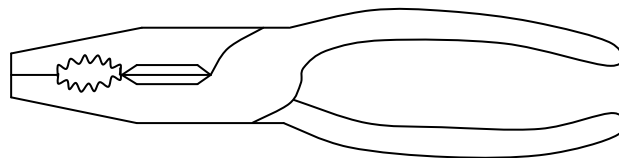


HERRAMIENTAS DEL ELECTRICISTA

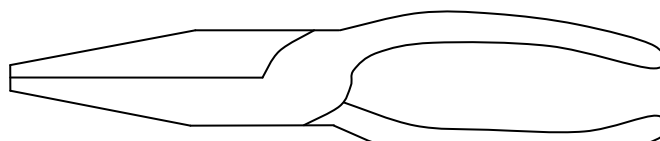
Deben tener características especiales, como son su aislamiento eléctrico y su adaptación al tipo de material utilizado.

Herramientas Básicas

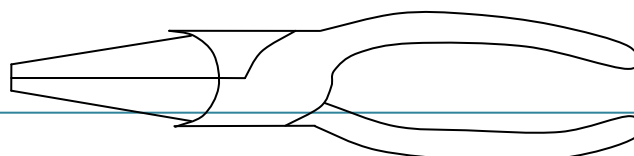
Alicate Universal.-Herramienta muy útil y versátil, se utiliza para sujetar, cortar grandes secciones de cable y doblar. Su longitud más común es de 180 mm.



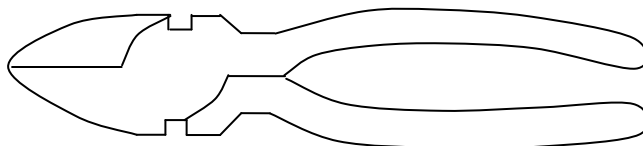
Alicate de Punta Plana.- Aislados de boca plana, se utiliza para sujetar y doblar en trabajos de tipo medio, muy empleados en cableados. Su longitud más común es de 160 mm.



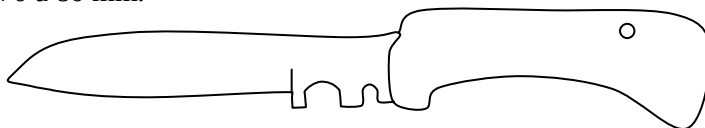
Alicate de Punta Redonda.- Son aislados y de punta cónica, se utiliza para hacer anillas o cocas, doblar con cierto grado de curvatura y sujetar con precisión. Su longitud es de 160 mm.



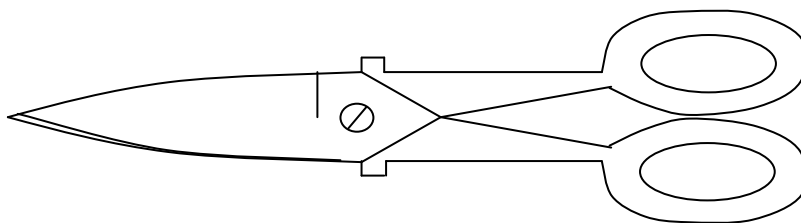
Alicate Cortahilos.- Son alicates aislados con bocas de corte frontal o lateral. Se utiliza para cortar conductores o alambre de tipo medio, también para pelahilos. Su longitud es de 160 mm.



Cuchillo de Electricista.- Con mango de plástico ó madera, a veces sin punta y con una media luna al inicio del filo. Se utiliza para pelar el aislante de conductores y limpiar cajas en obra. Su longitud es de 180 mm y la hoja es de 70 a 80 mm.

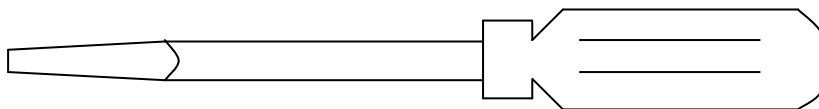


Tijera de Electricista.- Especialmente diseñados para trabajos eléctricos. Se utiliza para cortar cartón, atados y pelar conductores. Su longitud es de 125 mm.



Destornillador de Electricista (Boca plana vaciada).- Carecen de pala como los destornilladores para mecánicos.

- © Destornillador plano pequeño: 3mm Ø de vástago, 75 mm. Desde la punta del destornillador hasta la base del mango.
- © Destornillador plano mediano 4mm Ø de vástago, 100 mm. Desde la punta hasta la base del mango.
- © Destornillador plano grande 5mm Ø de vástago, 150 mm. Desde la punta hasta la base del mango.



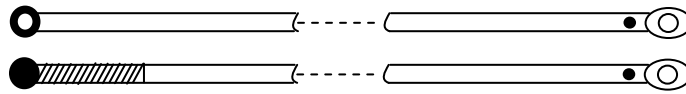
Destornilladores de Estrella o Boca Phillips.- Mejores para el apriete en los tornillos.

- © Destornillador de Estrella pequeño PH (de boca) 0*60 mm
- © Destornillador de Estrella pequeño PH (de boca) 1*80 mm
- © Destornillador de Estrella pequeño PH (de boca) 2*80 mm

Otras Herramientas.-

- © Medidor de Aislamiento, 10,000 Volt. C.c.
- © Telurómetro
- © Polímetro (campos de intensidad y tensión en C.c. y C. a., resistencia)
- © Medidor de fugas.

- © Detector de Tensión (busca polos) o Seguidor de Fases.
- © Guía Pasacables: Tienen un extremo flexible, acabado en punta redonda o bola y el otro en anillo en la que se sujetan los conductores. Existen dos tipos de guías: Guía de Nylon y Guía de Acero.



DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LA SUB - ESTACIÓN

- © Estudio de la Carga Instalada.- Para esto necesitamos determinar lo siguiente:
 - *Fuerza Motriz.
 - *Alumbrado y tomacorrientes.
 - *Reserva (futura instalación)

Potencia Instalada de Fuerza Motriz.-

$$P.I.(F.M.) = \sum_{i=1}^n W_i$$

Donde:

$\sum_{i=1}^n W_i$: Sumatoria de las potencias (Kw) de las máquinas utilizadas en la planta industrial.

Potencia Instalada de Alumbrado y Tomacorrientes.- (para un sistema industrial)

Alumbrado: Carga Unitaria=20 $\frac{W}{m^2}$

Entonces: $P.I.(A) = \text{Area techada} \times \text{Carga Unitaria}$

Tomacorriente: Como recomendación se puede tomar entre el 10% a el 20% de la potencia instalada de alumbrado (no especifica el C.N.E.)

$$P.I.(T)=10\% \text{ al } 20\% \text{ de } P.I.(A)$$

Reserva.-(futura instalación).- Como recomendación se coordina con el propietario de la planta industrial para instalaciones futuras.

$$P.I.(Reserva)=1.25 \times P.I.(F.M.)$$

Luego sumamos todas las cargas determinadas:

$$P.I.(Total)= P.I.(F.M.)+P.I.(A \text{ y } T)+P.I.(Reserva)$$

© Determinación de la Máxima Demanda (M.D.)

Máxima Demanda de Fuerza Motriz

$$M.D.(F.M.)=F.D. \times F.S. \times P.I.(F. M.)$$

Donde:

F.D.: Factor de Demanda (recomendado 0.7)

F.S.: Factor de Simultaneidad (recomendado 0.85)

Máxima Demanda de Alumbrado

$$M.D.(A.)=F.D. \times F.S. \times P.I.(A.)$$

Donde:

F.D.: Factor de Demanda (recomendado 1.07)

F.S.: Factor de Simultaneidad (recomendado 0.85)

Máxima Demanda de Tomacorrientes

$$M.D.(T.)=F.D. \times F.S. \times P.I.(T.)$$

Donde:

F.D.: Factor de Demanda (recomendado 0.6)

F.S.: Factor de Simultaneidad (recomendado 0.85)

Entonces la Máxima Demanda Total será:

$$M.D.(Total)= M.D.(F.M.)+M.D.(A.)+M.D.(T)$$

© Selección de la Potencia del Transformador o Transformadores (KVA)

El factor de potencia Total.- De la planta industrial lo deducimos a partir de los f.d.p., conocidos de cada máquina, con la siguiente fórmula:

$$f.d.p._{Promedio} = \frac{\sum_{i=1}^n Kw_i \times f.d.p._i}{\sum Kw}$$

Donde:

$\sum_{i=1}^n Kw_i \times f.d.p._i$: Sumatoria de potencia de cada máquina por su respectivo factor de potencia.

$\sum Kw$: Sumatoria de potencias de todas las máquinas.

Para el alumbrado y tomacorrientes.- Se considera un f.d.p. =0.75, debido a que se utilizan lámparas fluorescentes:

Entonces la potencia total aparente será:

$$S_{Total} = \left(\frac{D.M._{FuerzaMotriz}}{f.d.p._{Promedio}} + \frac{D.M._{AyT}}{f.d.p._{lamparas}} \right) \times \underset{\text{Factor de Seguridad}}{1.25}$$

Donde:

S_{Total} : Potencia total aparente (KVA)

Luego de determinado la potencia aparente, se selecciona los transformadores a la mitad de la potencia aparente. Toda vez que en el peor de los casos tendremos el 50% de la planta en funcionamiento, más la sobrecarga admisible bajo condiciones normales.

20%	Durante 1 hora
15%	Durante 3 horas
12%	Durante 6 horas
10%	Continuamente

Datos mínimos de los Transformadores:

- © Potencia Nominal
- © Tensión de Servicio Alta Tensión:10KV ó 13.2KV ó 22.7KV.
- © Tensión de Servicio Baja Tensión:0.44KV ó 0.38KV ó 0.22KV.
- © Frecuencia: 60 Hz.
- © Altura de trabajo: 1 000 m.s.n.m.(costa y selva) para la sierra especificar la altura.

Niveles de Potencia Comerciales de los Transformadores en KVA:

Monofásico	Trifásico
5	50
10	75
15	100
25	160
37.5	250
50	315

75	400
100	500
	630
	800
	1000
	1600

Ojo....

<http://argentina.aula365.com/permalink/tutorial/Evaluacion-de-Proyectos-VAN-y-TIR-72743.aspx>

Instalaciones eléctricas

