

FÓRMULAS Y DATOS

prácticos para

ELECTRICISTAS



José Roldán Viloría

FORMULAS
y DATOS PRACTICOS
para ELECTRICISTAS

JOSE ROLDAN VILORIA

FORMULAS y DATOS PRACTICOS para ELECTRICISTAS

SÉPTIMA EDICIÓN

PARANINFO
THOMSON LEARNING

Australia • Canadá • México • Singapur • España • Reino Unido • Estados Unidos

Fórmulas y datos prácticos para electricistas
© José Roldán Viloria

Directora Editorial:
M^a Teresa Gómez-Mascaraque Pérez

Editora de Producción:
Consuelo García Asensio

Producción Industrial:
Susana Pavón Sánchez

Diseño de cubierta:
Dacuiña & Creativos

Impresión:
Gráficas Rogar.
Polig. Ind. Alparache
Navalcarnero (Madrid)

COPYRIGHT © 2001 International
Thomson Editores Spain
Paraninfo, S.A.
Magallanes, 25; 28015 Madrid
ESPAÑA
Teléfono: 91 4463350
Fax: 91 4456218
clientes@paraninfo.es
www.paraninfo.es

Impreso en España
Printed in Spain

ISBN: 84-283-1243-5
Depósito Legal: M-35.270-2001

(071/66/66)

Reservados los derechos para todos los países de lengua española. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 270 del Código Penal vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reprodujeran o plagiaran, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte sin la preceptiva autorización. Ninguna parte de esta publicación, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea éste electrónico, químico, mecánico, electro-óptico, grabación, fotocopia o cualquier otro, sin la previa autorización escrita por parte de la Editorial.

Otras delegaciones:

México y Centroamérica
Tel. (525) 281-29-06
Fax (525) 281-26-56
clientes@mail.internet.com.mx
clientes@thomsonlearning.com.mx
México, D.F.

Puerto Rico
Tel. (787) 758-75-80 y 81
Fax (787) 758-75-73
thomson@coqui.net
Hato Rey

Chile
Tel. (562) 531-26-47
Fax (562) 524-46-88
devoregr@netexpress.cl
Santiago

Costa Rica
EDISA
Tel./Fax (506) 235-89-55
edisacr@sol.racsa.co.cr
San José

Colombia
Tel. (571) 340-94-70
Fax (571) 340-94-75
clithomson@andinet.com
Bogotá

Cono Sur
Pasaje Santa Rosa, 5141
C.P. 141 - Ciudad de Buenos Aires
Tel. 4833-3838/3893 - 4831-0764
thomson@thomsonlearning.com.ar
Buenos Aires (Argentina)

República Dominicana
Caribbean Marketing Services
Tel. (809) 533-26-27
Fax (809) 533-18-82
cms@codetel.net.do

Bolivia
Librerías Asociadas, S.R.L.
Tel./Fax (591) 2244-53-09
libras@datacom-bo.net
La Paz

Venezuela
Ediciones Ramville
Tel. (582) 793-20-92 y 782-29-21
Fax (582) 793-65-66
tclibros@attglobal.net
Caracas

El Salvador
The Bookshop, S.A. de C.V.
Tel. (503) 243-70-17
Fax (503) 243-12-90
amorales@sal.gbm.net
San Salvador

Guatemala
Textos, S.A.
Tel. (502) 368-01-48
Fax (502) 368-15-70
textos@infovia.com.gt
Guatemala

Índice de materias

I. ELECTRICIDAD

Sistema de unidades eléctricas. Fórmulas fundamentales en c.c. 13

Cantidad de electricidad.— Resistencia de un conductor. Tabla. Coeficientes de resistividad y temperatura.— Aumento de la resistencia con la temperatura. Acoplamiento de resistencias. Serie y paralelo. Conductancia eléctrica.— Fórmulas de la Ley de Ohm.— Cantidad de calor (efecto de Joule).— Potencia eléctrica. Equivalencias.— Energía. Clases.— Rendimiento.— Capacidad. Unidades.— Acoplamiento de capacidades. Serie y paralelo.— Valor de la capacidad de un condensador.— Rigidez dieléctrica.— Coeficiente de seguridad.— Acoplamiento de pilas (Generadores). Serie, oposición y paralelo.— Leyes de Kirchhoff.

Magnetismo y corrientes alternas 20

Fuerza magnetomotriz.— Intensidad de campo.— Amperios-vuelta.— Inducción magnética.— Flujo magnético.— Permeabilidad.— Reluctancia.— Ley de Hopkinson.— Tabla: Intensidad de campo e inducción. Influencia mutua.— Potencias en corriente alterna (Circuitos monofásicos). Activa, reactiva y aparente.— Potencias en circuitos trifásicos.— Energía eléctrica. Unidades prácticas.— Energía en un sistema trifásico.— Triángulo de energías.— Factor de potencia.

Mejora del factor de potencia 23

Inconvenientes de un factor de potencia incorrecto.— Consumen mucha energía reactiva.— Mejora del factor de potencia.— Conexión de los condensadores a la red.— Tabla: Cálculo de la potencia de un condensador para corregir el factor de potencia.— Tabla: Valores de intensidad absorbida, sección de línea, intensidad del interruptor y del fusible para un condensador de potencia dada en KVAR.— Cálculo de la capacidad de condensadores trifásicos en función de la potencia reactiva.

Formación de la tercera fase, en redes de dos fases 26

Conexión de un motor trifásico a la red bifásica.— Posibilidades de conexión.

Observaciones importantes 28

Efectos sobre el cuerpo humano originados por la corriente eléctrica.— Protección de los motores contra el agua.— Protección por relé diferencial.— Aislamiento.— Puesta a tierra.— Utilización de tensiones especiales.

Motores eléctricos 30

Datos requeridos para hacer el pedido de un motor.— Tipo de motor y forma constructiva.— Principales clases de protección.— Clases de servicio.— Tipos de protección de los motores.— Motores protegidos contra explosión.— Puesta en marcha de un motor.— Placa de características.— Pruebas mecánicas de los motores eléctricos.— Calentamientos límites de las máquinas eléctricas.— Clasificación de materiales para máquinas y aparatos eléctricos, de acuerdo con su estabilidad térmica (según norma CEI). Formas constructivas de los motores (Norma DIN-42950). Normas DIN sobre máquinas eléctricas.— Tabla: Intensidad absorbida por motores trifásicos.— Tabla: Rendimiento, factor de potencia, potencia absorbida en KW e intensidades absorbidas a diferentes tensiones a partir de la potencia útil.— Tabla: Rendimiento y factor de potencia de motores trifási-

cos a diferentes velocidades.— Tabla: Determinación de la potencia aparente (KVA), en función de la potencia activa (KW) y del factor de potencia ($\cos \phi$).— Tabla: Mejora del factor de potencia.— Tabla: Intensidades absorbidas por motores de c.a. y c.c. a diferentes tensiones.— Tabla: Intensidades absorbidas por motores trifásicos conectados a 220 V con diferentes velocidades.

Arranque de motores 41

Intensidades de arranque.— Intensidades de arranque y de corte.— Arranque directo de motores trifásicos.— Arranque en conexión $\lambda - \Delta$.— Arranque con resistencias estáticas.— Arranque por autotransformador.— Arranque con resistencias rotóricas.

Arranque de otros motores 45

Motor monofásico con bobinado auxiliar de arranque y condensador.— Motor universal. Motores de inducción. Motor de c.c. con excitación en paralelo. Motor de c.c. con excitación en serie.— Motor de c.c. con excitación compound.

Aparatos y elementos de arranque de motores 47

Reostato de arranque para motor trifásico de rotor bobinado.— Reostato para control de velocidad de un motor de c.c.— Reostato de regulación.— Reostato de arranque.— Resistividad de aleaciones utilizadas en reostatos.— Resistividad específica de soluciones acuosas a 18°C.— Resistividad de carbones.— Escobillas para motores.— Elección de un contactor (Según normas CEI). Fórmulas utilizadas en máquinas eléctricas.— Consumo de los aparatos electrodomésticos.

Medidas utilizando resistencias 52

Cálculo de la resistencia.— Resistencia Shunt.— Resistencia reductora.— Puente Wheatstone.

Designación de los bornes en máquinas y aparatos eléctricos: En corriente continua. En corriente alterna 53

Baños electrolíticos y acumuladores 54

Generalidades.— Peso del metal depositado en el proceso de electrólisis.— Resistencia del electrolito.— Generalidades sobre acumuladores.

Fusibles y relés térmicos para motores 56

Tabla: Intensidades aproximadas de protección y de fusión de hilos para fusibles.— Cálculo de fusibles.— Tabla: Intensidades absorbidas por motores trifásicos a 1.500 r.p.m.— Tabla: Fusibles para motores trifásicos.— Tabla: Valores para sección de conductores y fusibles en motores trifásicos.— Tabla: Valores de potencias, intensidades y fusibles para motores trifásicos a 220 V y 1.500 r.p.m. en arranque directo y estrella-triángulo.— Tabla: Regulación de relés térmicos de protección para motores trifásicos.

Cálculo de líneas 60

Cálculo de líneas: Caída de tensión. Porcentaje de caída de tensión. Densidad eléctrica. Cálculo de secciones en conductores cilíndricos. Volumen de un conductor. Peso de un conductor. Caídas de tensión autorizadas. Tensiones normalizadas. Tabla: Tensiones nominales de las líneas de alta tensión. Sección mínima del conductor neutro. Tabla: Densidad de corriente en A/mm² para conductores desnudos al aire. Tabla: Densidad máxima de corriente en A/mm² para conductores de cobre con aislamiento de goma o plástico. Tabla: Intensidad máxima admisible en A para conductores de cobre aislados con goma bitúmica, etilenopropileno o polietileno reticulado. Tabla: Peso y resistencia de conductores de cobre y aluminio.— Relación entre secciones de cobre y aluminio en función de la resistencia.— Intensidades máximas en cables subterráneos.— Tabla: Sección y peso de conductores de cobre.— Conductores eléctricos: Formación de cuerdas con hilos de igual diámetro. Intensidad máxima admisible en amperios para cables aislados que estén trenzados en haz y de servicio permanente. Intensidad máxima admisible en amperios para cables concéntricos con conductores en derivaciones cortas. Cálculo de sección para conductores

en derivaciones cortas.— Líneas de tensión: Pérdida de tensión en líneas trifásicas. Pérdida de potencia en una línea trifásica. Capacidad aparente entre un conductor de una línea de corriente alterna y el neutro. Marcas de color para conductores desnudos en instalaciones de distribución de corriente industrial.— Líneas abiertas de sección uniforme en c.c.— Líneas alimentadas por los dos extremos en c.c.— Línea cerrada o malla.— Líneas para c.a.— Línea monofásica inductiva alimentada por los dos extremos.— Líneas trifásicas: abiertas. Alimentada por dos extremos. En malla.— Líneas de transporte de energía eléctrica: Sección más económica de un conductor. Capacidad de los cables de envolvente metálica. Distancia mínima entre conductores en líneas de alta tensión.

Alumbrado 73

Magnitudes luminosas: Factores de conversión entre las distintas unidades luminosas. Formación de los siete colores del arco iris. Curva de sensibilidad del ojo humano.

Lámparas 75

Con filamento de tungsteno.— De mercurio y sodio.— De vapor de mercurio.— De vapor de sodio.— Fluorescentes.— Capacidad de condensadores en μf para un $\cos \phi = 0,9 \pm 0,5$.— Niveles de iluminación en interiores.— Niveles de iluminación en exteriores.— Niveles de iluminación en zonas deportivas.— Casquillos para lámparas.

Transformadores 80

Relación de transformación.— Fuerza electromotriz del primario.— Fuerza electromotriz del secundario.— Voltios por espira.— Rendimiento de un transformador.— Pérdidas en el cobre.— Sección del núcleo.— Condiciones para el acoplamiento en paralelo de transformadores trifásicos.— Transformadores de medida.— Características de transformadores de 50 Hz para tensiones primarias de 55 a 15 KV.— Intensidad por fase en transformadores trifásicos, en función de la potencia y de la tensión.

II. ELECTRONICA

Resistencias (Código en colores) 85

Código de colores.— Unidad de resistencia.— Valores normalizados de resistencias.

Condensadores (Código en colores) 86

Código de colores.— Unidades de capacidad y su relación.— Características de un condensador.— Tipos de condensadores más utilizados.

Rectificación de corrientes 87

Rectificación de semi-onda.— Rectificación de onda completa.

Fórmulas electrónicas más utilizadas 89

Valor de la F.E.M. inducida en una bobina. Coeficiente de autoinducción en una bobina. Inductancia en bobinas. Reactancia de autoinducción. Reactancia de capacidad. Frecuencia. Velocidad de una onda. Valor máximo, instantáneo, medio y eficaz de una función senoidal. Relación entre el valor medio y eficaz. Circuito serie en resonancia. Relación entre la longitud de onda y la frecuencia. Longitudes de onda y bandas de frecuencia. Longitud de una línea de transmisión. Línea de transmisión coaxial. Resistencia de una línea de transmisión coaxial. Resistencia de una línea abierta de dos conductores de cobre. Nivel sonoro.

Circuitos de corriente alterna 94

Circuito óhmico — Circuito reactivo de autoinducción.— Circuito reactivo de capacidad.— Circuito reactivo.— Circuito con inductancia y capacidad en serie.— Circuito resonante.

Transformación de impedancias 97

Conversión de estrella en triángulo.— Conversión de triángulo en estrella.

III. MECANICA**Perfiles de roscas 101**

Sellers.— Métrica.— Métrica DIN.— Whitworth.— Redonda.— Trapecial.— Diente sierra.

Productos siderúrgicos 104

Acero: Clasificación de los aceros.— Productos siderúrgicos: Designación de los productos semi-elaborados. Designación de los productos acabados.— Perfiles más utilizados.— Tubos para empotrar.

Lubricantes y aceites 107

Lubricantes.— Aceites.— Aceites para motores.— Viscosidad.— Aceites aislantes para usos eléctricos.— Utilización de los aceites aislantes.

Dureza y sus unidades. Transmisión de movimiento 110

Transmisión de movimiento por poleas: poleas planas.— Relación de transformación.— Velocidad lineal de la correa.— Anchura mínima de la polea para poleas planas.— Poleas escalonadas.— Longitud teórica de la correa.— Poleas trapezoidales.— Datos necesarios para calcular una transmisión.— Relación de transformación.— Coeficiente de seguridad.— Diámetros primitivos d_p y D_p de las poleas.— Distancia entre poleas.— Longitud primitiva de la polea.— Velocidad de la correa.— Arco de contacto de la correa con la polea.— Número de correas.— Datos necesarios para aprovisionar poleas y correas.— Transmisión por engranajes: 1. Engranajes rectos.— 2. Engranajes cónicos.— 3. Engranajes helicoidales.— 4. Tornillo sin fin y rueda tangente.— 5. Ruedas y piñones de cadena.

Momentos 118

Momento de una fuerza.— Momento de rotación nominal de un motor.— Momento de rotación nominal de un motor asíncrono.

Motorreductores (Variación de velocidad mecánica) 119

Motorreductores.— Datos a tener en cuenta al hacer el pedido de un motorreductor.— Observaciones importantes.— Tipos de reducción más utilizados.— Variación de velocidad.— Formas constructivas de los motorreductores.

Ejes y acoplamientos 122

Diámetro para árboles de transmisión.— Árboles para motores.— Ejes en voladizo.— Acoplamientos.

Variación de velocidad en motores eléctricos 123

Generalidades.— Potencias para motores de algunas máquinas.— Otras fórmulas interesantes.

Dibujo industrial 127

Escalas.— Formatos.— Dimensiones del formato.— Organismos de normalización.— Familia de ajustes ISA.— Tolerancias ISO para agujeros.— Tolerancias ISO para ejes.

Figuras geométricas 131**Acondicionamiento 133**

Temperatura de ambiente de trabajo.— Sonoridad.— Temperatura óptima de locales.— Diámetro de una conducción de aire.

Instalaciones de aire 135

Caudal de aire que pasa por una tubería.— Potencia de un ventilador.— Medición de presión en una tubería.— Velocidad del aire en una tubería.— Circuito de aspiración.— Aspiración de locales y cálculo de potencia de los motores.— Tabla de volúmenes y renovaciones de aire.— Elección del aparato conveniente.— Determinación del lugar apropiado para su instalación.— Tabla. Aplicación de los ventiladores según el ruido.— Cálculo de la potencia para motores empleados en la ventilación y refrigeración, utilizando ventiladores helicoidales.

IV. FISICA Y QUIMICA**Sistemas de unidades mecánicas 141****Máquinas simples 142****Termometría 144**

Escalas termométricas.— Relación entre escalas termométricas.— Dilatación lineal.— Dilatación superficial.— Dilatación cúbica.

Calorimetría 145

Cantidad de calor para calentar un cuerpo.— Ciclo anómalo del agua.— Poder calorífico de combustibles industriales y gases.— Temperatura de fusión de los metales.— Cero absoluto.— Calores de vaporización de líquidos.

Calor eléctrico 147

Resistencia de un conductor.— Aumento de la resistencia de un conductor con la temperatura.— Cantidad de calor producido por una resistencia.— Aleaciones para resistencias.— Calefacción por radiaciones infrarrojas.

Acústica 148

Sonido.— Resonancia.— Velocidad.— Velocidad del sonido.— Intensidad de sonido.— Intensidad límite de sonido.— Barrera del sonido.

Principios y leyes de física 149

Principio de Pascal.— Principio de Torricelli.— Ley de Boyle y Mariotte.— Ley de Gay-Lussac.— Ecuación de los gases perfectos.— Presión.— Principio de Arquímedes.— Principio de Torricelli.— Ley de Avogadro.— Densidad relativa

Movimiento 151

Movimiento uniforme.— Movimiento uniformemente variado.— Movimiento uniformemente retardado.— Velocidad lineal.— Fuerza.— Fuerza centrífuga.— Trabajo.— Potencia.— Transformación de la energía.— Rendimiento de la transformación de la energía.— Movimiento pendular.

Química 153

Orgánica.— Hidrocarburos.— Fórmulas importantes.— Características de los materiales.— Tabla: Elementos químicos

V. VARIOS

Alfabeto griego.— Números romanos 159

Medidas del sistema métrico.— Unidades del sistema inglés 160

Area y volumen de figuras geométricas 161

Matemáticas 163

Operaciones con fracciones.— Operaciones algebraicas.— Relaciones trigonométricas en la circunferencia.— Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo.— Resolución de un triángulo rectángulo.— Cálculo de triángulos oblicuángulos.— Progresiones aritméticas.— Progresiones geométricas.— Medición de ángulos.— Tablas trigonométricas.

Varios 172

El sistema solar.— La tierra.— La atmósfera.— Composición de la atmósfera.— La luna.— Velocidad del movimiento del aire.

I - ELECTRICIDAD

MAGNITUD		SISTEMA				FORMULAS MAS UTILIZADAS PARA SU CALCULO
		MKSI		CGSEM		
		Unidad	Simb.	Unidad	Simb.	
Desplazamiento o inducción	I, i	Amperio	A			$I = V/R$
Cantidad de electricidad	Q	Culombio	Q			$Q = I \cdot t$
d.d.p. o tensión	U	Voltio	V			$V = R \cdot I$
Resistencia	R	Ohmio	Ω			$R = V/I$
Capacidad	C	Faradio	F			$C = Q/V$
Campo elect. y grad. poten.	E	V/m	—			$E = F/Q$
Desplazamiento o inducción electrostática	D	Q/m ²	—			$D = \epsilon \cdot E$
Inducción magnética	B	Tesla	W/m ²	Gauss	Gs	$\beta = 1,25 \cdot N \cdot I \cdot \mu/L \text{ (Gs)}$
Campo magnético	H	A/m	—	Oersted	Oe	$H = 1,25 \cdot N \cdot I/L \text{ (Oe)}$
Permeabilidad	μ	—	—			$\mu = \beta/H$
Flujo magnético	ϕ	Weber	Wb	Maxwell	Mx	$\phi = 1,25 \cdot N \cdot I \cdot \mu \cdot S/L \text{ (Mx)}$
Fuerza magnetomotriz		Amperio	At, A	Gisbert	Gb	$\epsilon = 1,25 \cdot N \cdot I$
Inductancia	L	Henrio	H			$L = N \cdot \phi / 10^8 \cdot I$
Reluctancia	R	At/Wb				$R = I/S \cdot \mu$
Intensidad luminosa	I	Candela	Cd			$I = \phi / \omega$
Flujo luminoso	ϕ	Lumen	lm			$\phi = Q/t$
Cantidad de luz	Q	lm/seg	—			—
Iluminación	E	Lux	lx			$E = \phi/S$
Brillo		Stilb	sb			$sb = 1 \text{ cd}/1 \text{ cm}^2$ $1 \text{ nit} = 1 \text{ cd}/1 \text{ m}^2$

CANTIDAD DE ELECTRICIDAD (Q)

$$Q = I \cdot t \text{ en coulombios}$$

I - en amperios
t - en segundos

RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR (R)

$$R = \rho \frac{L}{S} \text{ en Ohmios}$$

ρ - coeficiente de resistividad en Ω por m/mm²
L - longitud en metros
S - sección en mm²

Valores de los coeficientes de resistividad (ρ) y temperatura (α) de los conductores más empleados

CONDUCTOR	Resistividad a 20°C	Aumento de la resistencia con la temperatura
Aluminio (Al)	0,028	0,0037
Cobre (Cu)	0,0172	0,0039
Hierro (Fe)	0,120	0,0047
Plata (Ag)	0,016	0,0037
Platino	0,109	
Estaño (Sb)	0,130	
Niquelina (Cu - Ni - Zn)	0,440	0,0002
Manganina (Cu - Mn - Ni)	0,460	0,0000
Nichrome (Ni - Fe - Cr - Mn)	1,120	0,0002
Constantan (Cu - Ni)	0,500	0,0000
Maillechort (Cu - Zn - Ni)	0,400	0,0036
Níquel (Ni)	0,123	
Mercurio (Hg)	0,940	
Plomo	0,203	
Oro (Au)	0,022	
Cinc (Zn)	0,057	
Cadmio (Cd)	0,100	
Magnesio	0,043	
Ferromíquiel	0,860	
Tungsteno	0,055	

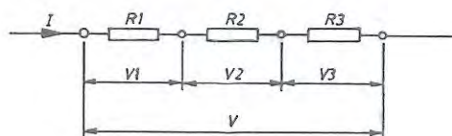
AUMENTO DE LA RESISTENCIA CON LA TEMPERATURA

$$R_T = R_{20} [1 + \alpha (t - 20)]$$

R_T - resistencia a t°
 R_{20} - resistencia a temperatura de ambiente a 20°C
t - temperatura final
 α - incremento de la resistencia con la temperatura

ACOPLAMIENTO DE RESISTENCIAS

En serie:

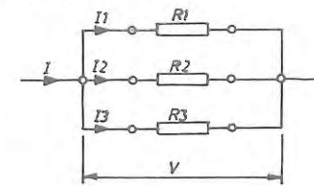


Características de este circuito: Una sola intensidad y varias tensiones (tantas como resistencias)

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

$$I = \frac{V}{R_T}$$

En paralelo



Características de este circuito: Una sola tensión y varias intensidades (tantas como resistencias)

$$R_r = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$$

$$I_1 = \frac{V}{R_1}; I_2 = \frac{V}{R_2}; I_3 = \frac{V}{R_3}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots; I = \frac{V}{R_T}$$

Resistencias de igual valor, acopladas en paralelo

$$R_T = \frac{R}{n} \quad \begin{array}{l} R - \text{Valor de una de las resistencias} \\ n - \text{núm. de resistencias en paralelo} \end{array}$$

Fórmula para calcular dos resistencias agrupadas en paralelo

**CONDUCTANCIA ELECTRICA (G)**

$$G = \frac{1}{R} \text{ en Siemens}$$

FORMULAS DE LA LEY DE OHM

$$I = \frac{V}{R}; V = R \cdot I; R = \frac{V}{I}$$

I - intensidad, en amperios (A)
V - tensión, en voltios (V)
R - resistencia, en ohmios (Ω)

CANTIDAD DE CALOR (Efecto de Joule)

$$Q = m \cdot t \text{ en calorías (cls)}$$

Q - cantidad de calor
m - masa
t - temperatura

Caloría es la cantidad de calor necesaria para elevar un grado la masa de un gramo

Fórmulas eléctricas

$$1 \text{ Julio} = 0,24 \text{ calorías}$$

$$Q = 0,24 \cdot P \cdot t \text{ en calorías}$$

$$Q = 0,24 \cdot V \cdot I \cdot t$$

$$Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$$

$$Q = 0,24 \cdot V^2 / R \cdot t$$

POTENCIA ELECTRICA (P)

$$P = V \cdot I \text{ en vatios (w)}$$

$$P = R \cdot I^2$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Equivalencias

$$1 \text{ CV} = 736 \text{ W (caballo de vapor métrico)}$$

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ W (caballo de vapor inglés)}$$

$$1 \text{ CV} = 75 \text{ kgm/s}$$

$$1 \text{ HP} = 76 \text{ kgm/s}$$

$$1 \text{ KW} = 1000 \text{ W}$$

$$1 \text{ KW} = 1,36 \text{ CV}$$

ENERGIA (E)

$$E = P \cdot t \text{ en Julios}$$

P - potencia en vatios
t - tiempo en segundos

$$E = V \cdot I \cdot t$$

$$E = R \cdot I^2 \cdot t$$

$$E = \frac{V^2}{R} \cdot t$$

Unidad práctica: El Kiloatio-hora (KWh)

Clases de potencia

$$P_a = P_u + P_p$$

$$P_u = P_a - P_p$$

$$P_p = P_a - P_u$$

P_a - potencia total o absorbida
P_u - potencia útil
P_p - potencia perdida

RENDIMIENTO (η)

$$\eta = \frac{100 \cdot P_u}{P_a}$$

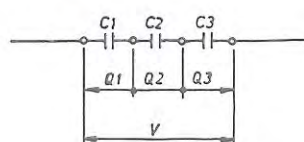
CAPACIDAD (C)

$$C = \frac{Q}{V} \text{ en faradios}$$

$$1 \text{ faradio} = \frac{1 \text{ culombio}}{1 \text{ voltio}}$$

Unidades empleadas

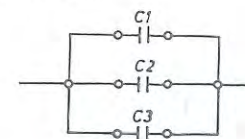
faradio f
microfaradio μf
picofaradios μμf (pf)
centímetro cm (1 cm = 0,9 pf)

ACOPLAMIENTO DE CAPACIDADES**En serie**

Características de este circuito: La carga Q total almacenada corresponde a la de uno de los condensadores. En todos es la misma.

$$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots$$

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots}$$

En paralelo

Características de este acoplamiento: La carga total almacenada corresponde a la suma de las cargas almacenadas en los diferentes condensadores.

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$$

VALOR DE LA CAPACIDAD DE UN CONDENSADOR

$$C = \frac{8,84}{10^8} K \frac{s}{d} \text{ en } \mu f$$

K - constante dieléctrica
s - sección en cm²
d - distancia en dm

Constantes dieléctricas más utilizadas

Material	K	Material	K
VACIO	1	Polietileno	2,5
Aire	1,5	Porcelana	4,4
Mica	5 - 7,8	Vidrio	5 - 12
Papel seda	2	Baquelita	5-8
Presspan	3,2 - 3,8	Ebonita	2,5 - 3,2
Madera	2,5 - 4,8	Parafina	1,9 - 2,3
Papel parafinado	3,6	Cuarzo	4,5
Alquitrán	1,8	Caucho vulcanizado	2,7 - 2,95
Cera	1,85	Marmol	8
Nylon	1,6	Celuloide	4

RIGIDEZ DIELECTRICA (Hp)

$$H_p = \frac{V_p}{d}$$

V_p - tensión de perforación
d - distancia en cm.

COEFICIENTE DE SEGURIDAD (Ks)

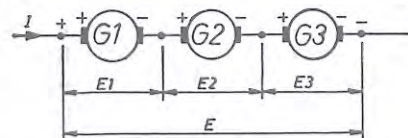
$$K_s = \frac{V_p}{V}$$

Rigidez dieléctrica de los aislantes más usuales

Material	K	Material	K
Papel	40/100	Caucho vulcanizado	150/250
Presspan	100/400	Caucho puro	330
Mica	600/700	Amianto	42
Madera	30/60	Cloruro de polivinilo	100/200
Micanita	200/400	Nylon	160
Vidrio	60/120	Aceite para transf.	140
Porcelana	200/300	Papel encerado	540
Baquelita	230	Fibra vulcanizada	130
Ebonita	230		
Parafina	120	Aire	100

ACOPLAMIENTO DE PILAS (Generadores)

En serie



$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots; \quad E = E_1 \cdot n$$

E - f.e.m. del generador o generadores

n - número de generadores acoplados en serie. En esta fórmula todos los generadores son de igual f.e.m.

Suponiendo a todos los generadores con iguales características

$$r = r_1 \cdot n; \quad R = r + R_{ex}; \quad I = \frac{E}{R}$$

$$V_c = r \cdot I; \quad V_b = E - V_c$$

r - resistencia interna total de los generadores

R - resistencia total del circuito

R_{ex} - resistencia exteriorV_c - caída de tensión internaV_b - tensión en bornes de la R_{ex}.

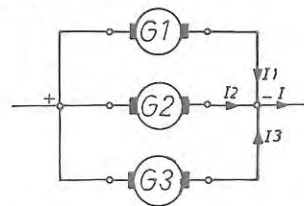
En serie oposición



$$E = E_1 + E_2 - E_3 \pm \dots$$

$$r = \frac{r_1}{n}; \quad R = r + R_{ex}; \quad I = \frac{E}{R}; \quad V_c = r \cdot I; \quad V_b = E - V_c$$

En paralelo



$$E = E_1 = E_2 = E_3 = \dots$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

$$r = \frac{r_1}{n}; \quad V_c = r \cdot I$$

$$V_b = E - V_c$$

LEYES DE KIRCHHOFF

1ª Ley de Kirchhoff (fig. 1)

La suma de intensidades que llegan a un nudo de conductores, es igual a la suma de intensidades que se alejan de él

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

2ª Ley de Kirchhoff (fig. 2)

En circuito cerrado o de mallas de corriente, la diferencia del conjunto de f.e.ms. horarias y el de las antihorarias es exactamente igual a la diferencia de las caídas de tensión horarias y antihorarias.

Rama	Valor	Sentido
A-B	$r_1 \cdot I_1 = (V_A - V_B)$	positivo
B-C	$r_2 \cdot I_2 = (V_B - V_C) + E_1$	positivo
C-D	$r_3 \cdot I_3 = (V_C - V_D) - E_2$	positivo
A-D	$r_4 \cdot I_4 = (V_A - V_D) + E_3 - E_4$	negativo

Sumando los valores obtenidos de acuerdo con su sentido se tiene:

$$r_1 \cdot I_1 + r_2 \cdot I_2 + r_3 \cdot I_3 - r_4 \cdot I_4 = (V_A - V_B) + [(V_B - V_C) + E_1] + [(V_C - V_D) - E_2] - [(V_A - V_D) + E_3 - E_4]$$

Suprimiendo los paréntesis queda:

$$r_1 \cdot I_1 + r_2 \cdot I_2 + r_3 \cdot I_3 - r_4 \cdot I_4 = V_A - V_B + V_B - V_C + E_1 + V_C - V_D - E_2 - V_A + V_D - E_3 + E_4$$

Al simplificar la igualdad queda:

$$E_1 - E_2 - E_3 + E_4 = r_1 \cdot I_1 + r_2 \cdot I_2 + r_3 \cdot I_3 - r_4 \cdot I_4$$

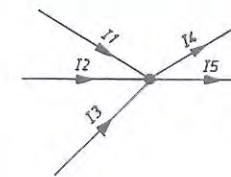


Fig. 1

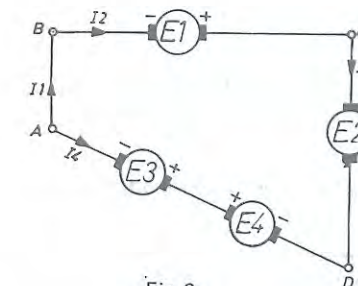


Fig. 2

FUERZA MAGNETOMOTRIZ (ϵ)

$$\epsilon = 1,25 \cdot N \cdot I \text{ en gilbert}$$

ϵ - fuerza magnetomotriz (f.m.m.)
 N - número de espiras
 I - intensidad en amperios

INTENSIDAD DE CAMPO (H)

$$H = \frac{1,25 \cdot N \cdot I}{L}$$

L - longitud en cm

AMPERIOS - VUELTA (θ)

$$\theta = 0,8 \cdot \epsilon$$

INDUCCION MAGNETICA (β)

$$\beta = \frac{1,25 \cdot N \cdot I}{L} \mu; \beta = H \cdot \mu \text{ en gauss}$$

FLUJO MAGNETICO (ϕ)

$$\phi = \frac{1,25 \cdot N \cdot I \cdot \mu \cdot S}{L}; \phi = \beta \cdot S \text{ en maxwell}$$

S - sección en cm^2

$$1 \text{ weber} = 10^8 \text{ maxwell}$$

PERMEABILIDAD (μ)

$$\mu = \frac{\beta}{H}$$

RELUCTANCIA (R)

$$R = \frac{L}{\mu \cdot S}$$

LEY DE HOPKINSON (ϕ)

$$\phi = \frac{1,25 \cdot N \cdot I \cdot \mu \cdot S}{L} = \frac{1,25 \cdot N \cdot I}{\frac{L}{\mu \cdot S}} = \frac{\epsilon}{R}$$

Variación de la inducción (β) para una intensidad de campo (H), en núcleo de acero fundido y curva de permeabilidad.

Intensidad H	Permeabilidad μ	Inducción β	Intensidad H	Permeabilidad μ	Inducción β
0,9	1.150	1.000	6,25	1.700	11.000
1,1	1.820	2.000	7,7	1.560	12.000
1,25	2.400	3.000	10,5	1.240	13.000
1,5	2.670	4.000	15	936	14.000
1,75	2.860	5.000	25	600	15.000
2,1	2.850	6.000	44	365	16.000
2,75	2.540	7.000	81	210	17.000
3,4	2.350	8.000	124	145	18.000
4	2.250	9.000	200	95	19.000
5	2.000	10.000	312	64	20.000

POTENCIAS EN CORRIENTE ALTERNA (Circuitos monofásicos)

— Potencia activa (P)

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ en vatios (W)}$$

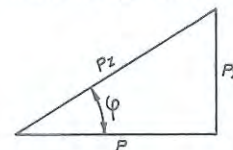
— Potencia reactiva (P_x)

$$P_x = V \cdot I \cdot \sin \varphi \text{ en voltiamperios reactivos (VAR)}$$

— Potencia aparente (P_z)

$$P_z = V \cdot I \text{ en voltiamperios (VA)}$$

— Triangulo de potencias



POTENCIAS EN CIRCUITOS TRIFASICOS (III)

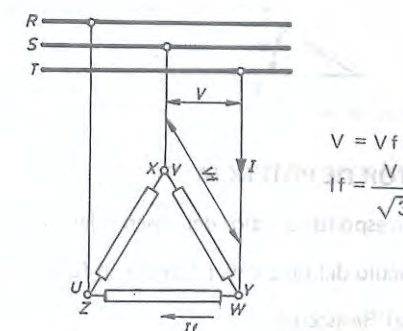
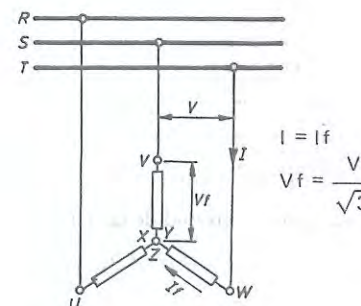
— Potencia activa (P)

$$P = q \cdot V_f \cdot I_f \cdot \cos \varphi$$

q - núm. de fases

V_f - tensión de fase

I_f - intensidad de fase



$$P = 3 \cdot \frac{V}{\sqrt{3}} \cdot I \cdot \cos \varphi = 3 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}} \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$P = 3 \cdot V \cdot \frac{I}{\sqrt{3}} \cdot \cos \varphi = 3 \cdot V \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot I}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}} \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Tanto que el receptor esté conectado en λ ó Δ , la misma fórmula da la potencia.

— Potencia reactiva (P_x)

$$P_x = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi$$

— Potencia aparente (P_z)

$$P_z = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad P_z = \sqrt{P^2 + P_x^2}$$

ENERGIA ELECTRICA

UNIDADES PRACTICAS

Energía activa (E) - Kilovatio-hora (KWh)

Energía reactiva (E_x) - Kilovoltio-amperio-reactivo-hora (KVArh)Energía aparente (E_z) - Kilovoltio-amperio-hora (KVAh)

La energía activa y reactiva se mide con contador

ENERGIA EN UN SISTEMA TRIFASICO

Energía activa (E)

$$E = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi}{1.000 \cdot h} \text{ en KWh}$$

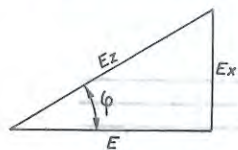
Energía reactiva (E_x)

$$E_x = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi}{1.000 \cdot h} \text{ en KVArh}$$

Energía aparente (E_z)

$$E_z = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I}{1.000 \cdot h} \text{ en KVAh}$$

TRIANGULO DE ENERGIAS



En este triángulo se encuentran las tres energías estudiadas, así como el ángulo de desfase φ .

FACTOR DE POTENCIA

Corresponde al valor del coseno del ángulo de desfase entre la tensión e intensidad de la red.

Cálculo del factor de potencia en función de:

a) Resistencias

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

b) Potencias

$$\cos \varphi = \frac{P}{P_z}$$

c) Energías

$$\cos \varphi = \frac{E}{E_z}$$

d) En función de la lectura de contadores

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{E_x}{E}, \text{ conocida } \operatorname{tg} \varphi, \text{ en tablas, hallar } \varphi \text{ para a continuación también en tablas buscar el coseno correspondiente al ángulo } \varphi (\cos \varphi). \text{ A este valor hallado se denomina, factor de potencia.}$$

Mejora del factor de potencia

INCONVENIENTES DE UN FACTOR DE POTENCIA INCORRECTO

1. Tener en el circuito líneas sobrecargadas o precisar de más sección
2. Consumo de energía superior al que se precisaría, de ser correcto el factor de potencia
3. Mayor coste de la energía consumida por la instalación.

CONSUMEN MUCHA ENERGIA REACTIVA

1. Las bobinas de los aparatos de telemando
2. Motores que funcionan en vacío o a poca carga
3. Motores sobredimensionados
4. Motores con velocidades pequeñas
5. Motores a los que llega tensión superior a la prevista
6. Otros elementos inductivos.

MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA

Para mejorar el factor de potencia, es necesario reducir la energía reactiva de autoinducción a base de conectar condensadores a la red (energía reactiva de capacidad)

Cálculo del condensador:

— Potencia reactiva a reducir en la red, con los condensadores (P_{xc})

$$P_{xc} = KW (\operatorname{tg} \varphi_2 - \operatorname{tg} \varphi_1) \text{ en KVAr}$$

KW - Potencia activa de la red

 φ_1 - Ángulo que se desea obtener φ_2 - Ángulo que se tiene y que se desea mejorar

— Valor de capacidad

$$\mu f = \frac{10^9 \cdot KVAr}{2 \pi \cdot F \cdot V^2}$$

 μf - Valor de la capacidad del condensador en μf

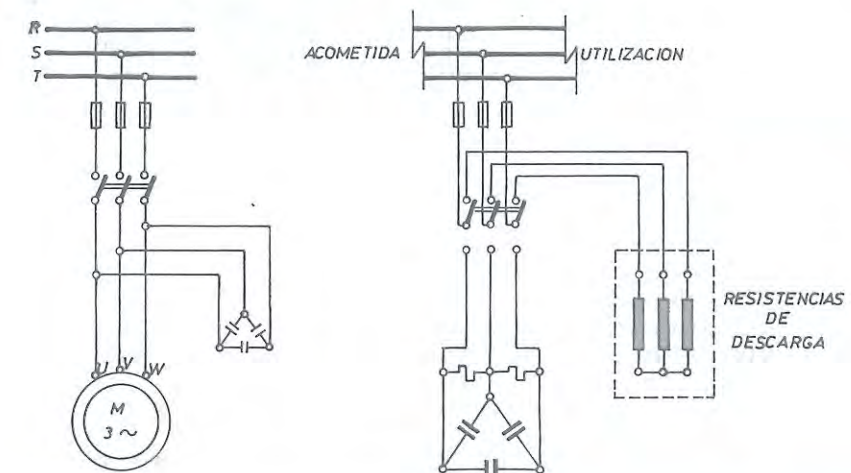
F - Frecuencia en Hz

V - Tensión

Cuanto mayor sea V, menor será la capacidad. Por eso, que en general los condensadores se conectan en triángulo, por recibir mayor tensión que en estrella.

En conexión estrella los condensadores han de ser 3 veces mayor en capacidad que si la conexión fuera en triángulo.

CONEXION DE LOS CONDENSADORES A LA RED



CALCULO DE LA POTENCIA DE UN CONDENSADOR PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA

Factor de potencia existente en la red	Potencia del condensador en KVAR por cada kw de potencia activa, para un factor de potencia φ_2				
	0,8	0,85	0,9	0,95	1
0,4	1,54	1,67	1,18	1,96	2,29
0,42	1,41	1,54	1,68	1,83	2,16
0,44	1,29	1,42	1,56	1,71	2,04
0,46	1,18	1,31	1,45	1,60	1,93
0,48	1,08	1,21	1,34	1,50	1,83
0,5	0,98	1,11	1,25	1,40	1,73
0,52	0,89	1,02	1,16	1,31	1,64
0,54	0,81	0,94	1,08	1,23	1,56
0,56	0,73	0,86	1	1,15	1,48
0,58	0,66	0,78	0,92	1,08	1,41
0,6	0,58	0,71	0,85	1	1,33
0,62	0,52	0,65	0,78	0,94	1,27
0,64	0,45	0,58	0,72	0,87	1,20
0,66	0,39	0,52	0,66	0,81	1,14
0,68	0,33	0,46	0,59	0,75	1,08
0,7	0,27	0,40	0,54	0,69	1,02
0,72	0,21	0,34	0,48	0,64	0,96
0,74	0,16	0,29	0,43	0,58	0,91
0,76	0,11	0,24	0,37	0,53	0,86
0,78	0,05	0,18	0,32	0,47	0,80
0,8	—	0,13	0,27	0,42	0,75
0,82	—	0,08	0,21	0,37	0,70
0,84	—	0,03	0,16	0,32	0,65
0,86	—	—	0,11	0,26	0,59
0,88	—	—	0,06	0,21	0,54
0,9	—	—	—	0,16	0,48
0,92	—	—	—	0,10	0,43
0,94	—	—	—	0,04	0,36

Datos necesarios para hacer el cálculo

- $\cos \varphi_1$ - factor de potencia existente (a corregir)
- $\cos \varphi_2$ - factor de potencia a conseguir
- P - potencia activa de la red o motor

Ejemplo de aplicación de la tabla

Sea una red cuya potencia activa es de 200 KW con un factor de potencia $\cos \varphi_1 = 0,7$ que se quiere mejorar a $\cos \varphi_2 = 0,9$. Determinar la potencia reactiva del condensador a poner en la red.

Para $\cos \varphi_1 = 0,7$ y $\cos \varphi_2 = 0,9$ le corresponde un factor de cálculo (f_c) de 0,54

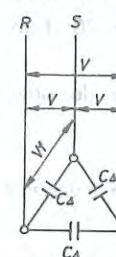
$$P_x = P \cdot f_c = 200 \times 0,54 = 108 \text{ KVAR (potencia reactiva del condensador)}$$

Valor de la potencia del condensador, intensidad absorbida, sección de la línea, intensidad del interruptor e intensidad del fusible.

Condensador		Sección mm ²	Interruptor Amp.	Fusible
KVAr	Amp.			
1,5	3,9	2	10	10
2	5,1	2	10	10
3	7,8	2,5	20	15
4	10,4	2,5	20	15
5	13	4	30	20
6	15,7	4	30	25
8	20,1	6	30	30
10	26,2	10	60	35
12	31,3	16	60	40
15	39	16	60	45
20	52	16	60	50

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CONDENSADORES TRIFASICOS EN FUNCION DE LA POTENCIA REACTIVA

Conexión triángulo (Δ)



$$P_{\Delta} = 3 \cdot V^2 \cdot 2\pi \cdot F \cdot 10^{-9} \cdot C_{\Delta} \quad V_f = V$$

Para $V = 380$ y $F = 50$

$$P_{\Delta} = 3 \cdot 380^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 10^{-9} \cdot C_{\Delta} = 135 \cdot 10^{-3} \cdot C_{\Delta}$$

$$C_{\Delta} = \frac{10^3 \cdot P_{\Delta}}{135}$$

Fórmula para cualquier tensión:

$$C_{\Delta} = \frac{10^9 \cdot P}{3 \cdot V^2 \cdot 2\pi \cdot F}$$

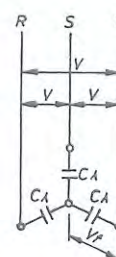
P - potencia del condensador en KVAR

V - tensión entre fases (de línea)

F - frecuencia de la red

C_{Δ} capacidad en microfaradios (μf)

Conexión estrella (λ)



$$P_{\lambda} = 3 \cdot \left(\frac{V}{\sqrt{3}} \right)^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot F \cdot 10^{-9} \cdot C_{\lambda} \quad V_f = \frac{V}{\sqrt{3}}$$

$$P_{\lambda} = 3 \cdot \frac{V^2}{3} \cdot 2 \cdot \pi \cdot F \cdot 10^{-9} \cdot C_{\lambda}$$

$$P_{\lambda} = V^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot F \cdot 10^{-9} \cdot C_{\lambda}$$

Para $V = 380$ y $F = 50$

$$P_{\lambda} = 45 \cdot 10^{-3} \cdot C_{\lambda}$$

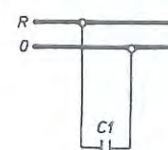
$$C_{\lambda} = \frac{10^3 \cdot P_{\lambda}}{45}$$

Fórmula para cualquier tensión:

$$C_{\lambda} = \frac{10^9 \cdot P}{V^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot F}$$

Siempre: $C_{\lambda} = 3 \cdot C_{\Delta}$

Condensadores para redes monofásicas



$$P = V^2 \cdot 2\pi \cdot F \cdot 10^{-9} \cdot C_1$$

$$C_1 = \frac{10^9 \cdot P}{V^2 \cdot 2\pi \cdot F}$$

CONEXION DE UN MOTOR III A RED BIFASICA

En lugares en que se dispone de dos fases y neutro, cosa no muy probable, pueden conectarse motores III de pequeña potencia formando la 3ª fase a base de un condensador que realice el retraso de la corriente como si de la 3ª fase real se tratara.

Los resultados aunque sin ser del todo buenos dan la posibilidad de poder conectar motores III a redes bifásicas (2 fases). El rendimiento y el par de arranque es inferior al que se obtendría de conectar el mismo motor a red III.

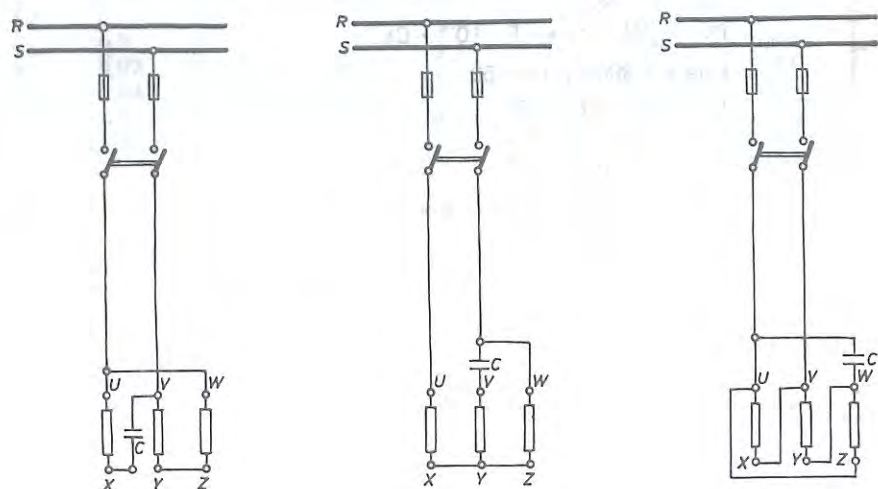
La capacidad del condensador a poner en el circuito varía en función de la potencia y tensión del motor.

El motor podrá ir conectado en estrella (λ) o en triángulo (Δ), disponiendo su conexión tal como se indica en los esquemas representados en la presente lámina.

Particularidades de esta conexión

- Existen diversas formas de conectar a redes bifásicas, tal como se representa en este apartado. En cada caso se elegirá aquella conexión que más pueda interesar.
- La potencia que se consigue con este tipo de conexión es de 10 a 20% inferior a la que corresponde si funcionara como motor trifásico.
- Para líneas de 220 V, la potencia del condensador a colocar en la conexión es de unos 70 μ f por KW. El condensador deberá ser para 1,25 veces el valor de la tensión de la red.
- El par de arranque es del 40 al 50% del par nominal al que correspondería al motor, de conectarse a red trifásica.
- Para hacer la inversión de giro, bastará con cambiar la posición del condensador.
- Al igual que para motores trifásicos de rotor bobinado, es posible en esta conexión la variación de velocidad con la incorporación de resistencias rotóricas.
- Tiene buen factor de potencia.
- Es sensible a las variaciones de frecuencia.
- Comportamiento similar a la desconexión a los conectados a redes trifásicas.

POSIBILIDADES DE CONEXION



Valor del condensador para la formación de la 3ª fase partiendo de una red bifásica con el fin de conectar motores trifásicos.

Potencia en CV	Valor de la capacidad en μ f para tensiones de:		
	110 V	220 V	380V
0,6	90	30	12
0,8	120	40	16
1	150	50	20
1,2	180	60	24
1,4	210	70	28
1,6	240	80	32
1,8	270	90	36
2	300	100	40

Potencia de motores para aparatos elevadores

$$P = \frac{Q \cdot v}{75 \cdot \eta}$$

P - potencia del motor en CV, para elevar una carga Q

Q - carga útil en kg

v - velocidad en m/s

η - rendimiento ($\approx 0,75$)

Grúas puente

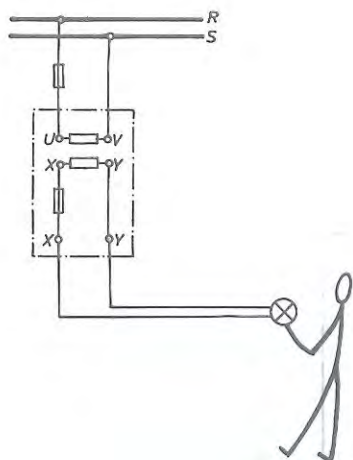
Potencia de los diferentes motores en función de la carga

Carga en Tm	Potencia en CV para: (*)		
	Elevador	Trasladar carro	Trasladar puente
3	6,5	1,1	6,5
5	7,5	2	7,5
7,5	10	2	10
10	12,5	2	12,5
15	15	2,5	15
20	17	2,5	15
25	17	4	17
30	20	4	20
35	25	5	20
40	25	7,5	25
50	35	10	25

(*) Valores aproximados de potencia para motores que accionan cargas a través de reductores sin tener en cuenta la velocidad de los desplazamientos de las cargas. Los motores que se emplean en este tipo de accionamiento tienen servicio intermitente clase S3. La potencia del motor tiene incidencia directa con la velocidad de accionamiento de la carga.

Pérdidas en el hierro y por rozamiento en motores de c.a., funcionando en vacío.

Potencia en CV	0,5	1	2	3	5	10	50	100	200
Pérdida en W por CV	140	100	85	80	75	65	40	35	30



EFFECTOS SOBRE EL CUERPO HUMANO ORIGINADOS POR LA CORRIENTE ELECTRICA

Intensidad	Efectos en el cuerpo humano
0,0045 mA	Perceptible con la lengua
1,2 mA	Perceptible con los dedos
6 mA	Calambre muscular. Las mujeres no pueden soltarse
9 mA	Calambre muscular. Los hombres no pueden soltarse
20 mA	Calambres en los músculos respiratorios
80 mA	Alteración del corazón. Fibrilación ventricular.

Según las normas VDE 100, son consideradas tensiones elevadas, aquellas que superan los 65 V para corriente continua y 48 V eficaces para c.a. ($65/\sqrt{2} \approx 48$ V)

Separación galvánica. Es útil y práctica la separación de la red principal de la utilización, particularmente cuando se ha de utilizar la red de una forma directa que alimenten a aparatos portátiles, ya que la intensidad está en razón directa de la tensión.

PROTECCION DE LOS MOTORES CONTRA EL AGUA

Teniendo en cuenta las normas DIN sobre la protección de motores, con un ejemplo se estudia la interpretación del grado de protección.

Un motor con protección IP55. A la primera cifra que sigue a las letras le corresponde el grado de protección contra contactos (humanos o de objetos) y la segunda cifra, el grado de protección contra el agua.

La protección IP - 5 garantiza contra influencias nocivas del agua a presión.

La protección IP - 4 garantiza contra influencias nocivas del agua sin presión (goteo).

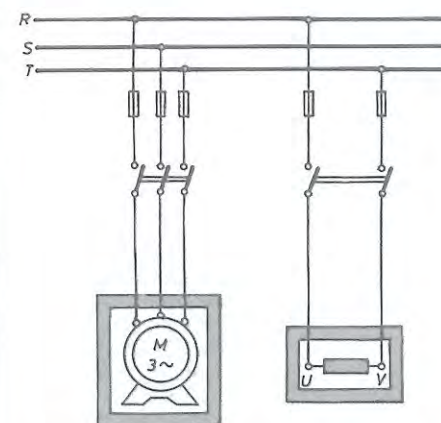
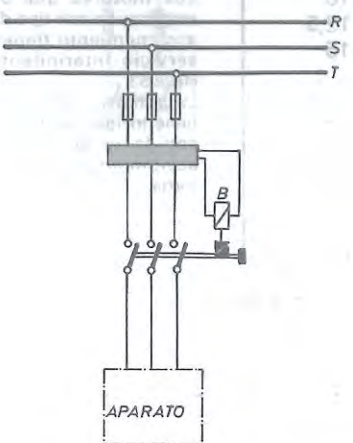
Para diferentes grados de protección, véase las normas DIN 40 050.

PROTECCION POR RELE DIFERENCIAL

Es un sistema equilibrado, la suma de corrientes inducidas generadas por las tres fases, da como resultante, cero.

Al tener un circuito puesto a masa, el desequilibrio del sistema es acusado por una bobina quien directamente o a través de un amplificador pilota un dispositivo de desconexión del circuito.

Esta es una de las formas de protección más eficaces ya que existen dispositivos de protección con mucha sensibilidad para todo tipo de circuitos, desde pequeños consumos de corriente, hasta muy elevados.



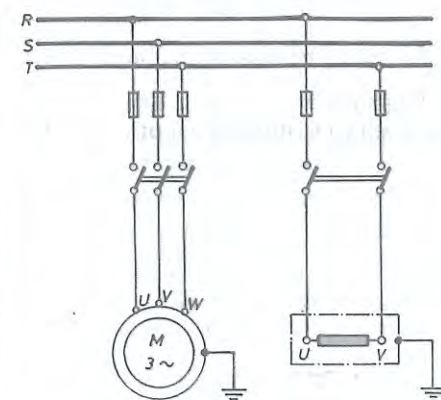
ASLAMIENTO

En toda instalación se ha de asegurar un aislamiento eléctrico perfecto, acorde con las tensiones de trabajo y características del aparato eléctrico y del medio en que trabaja.

Un buen aislamiento reduce:

- Riesgo físico a la persona que manipula el circuito y al electricista que hace el mantenimiento.
- Averías
- Paradas de instalación

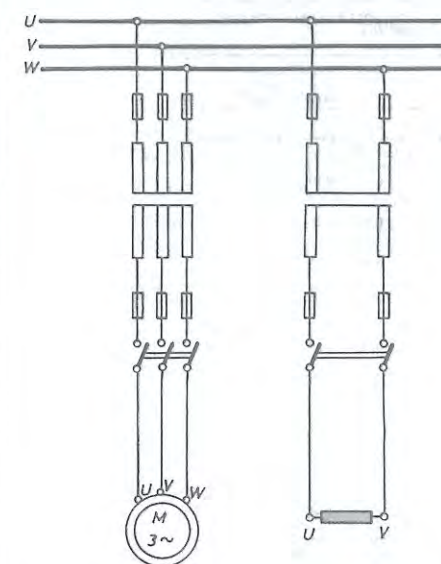
Véase tipos de protección para motores y aparataje eléctrica.



PUESTA A TIERRA

La finalidad de la puesta a tierra es la de eliminar la diferencia de potencial entre dos masas eléctricas de distinto valor, facilitando a la corriente un camino fácil, con el fin de evitar riesgos a las personas y a las instalaciones.

Para cada caso particular se tendrán en cuenta las normas establecidas para cada caso en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja tensión.



UTILIZACION DE TENSIONES ESPECIALES

El riesgo de peligro aumenta en proporción directa a su tensión.

Utilizar tensiones pequeñas siempre es conveniente en lo que afecta a seguridad, aunque no siempre factible.

MOTORES ELECTRICOS

DATOS REQUERIDOS PARA HACER EL PEDIDO DE UN MOTOR

1. Características de la máquina sobre la que se va a montar el motor.
2. Tipo y tamaño del motor.
3. Potencia en CV ó KW
4. Tensión
5. Frecuencia
6. Velocidad
7. Clase de protección
8. Forma constructiva y anclaje
9. Clase de aislamiento
10. Diagrama de par de accionamiento (Si es posible)
11. Tipo de acoplamiento entre motor y máquina
12. Sistema de arranque
13. Clase de servicio
14. Refrigeración

TIPO DE MOTOR Y FORMA CONSTRUCTIVA

Tipo DN	Motores contruidos según normas DIN 42673-VDE 0530 Todos los motores contruidos según esta norma pueden ser sustituidos por otros de diferente marca e incluso de diferente nacionalidad
Tipo DNI	Motores de servicio intermitente
Tipo DNP	Motores de polos conmutables
Tipo DNT	Motores de varias tensiones
Tipo eDN	Motores preparados para atmósferas especiales
Tipo DNB	Motores freno

PRINCIPALES CLASES DE PROTECCION

1ª cifra característica	2ª cifra característica	3ª cifra característica
Protección contra los contactos y la penetración de cuerpos sólidos según IEC, NFC, DIN	Protección contra la penetración de líquidos según IEC, NFC, DIN.	Protección contra daños mecánicos según NFC
		Peso* Altura de la caída* Energía del choque*
		Kg m J
0 No protegido	0 No protegido	0 No protegido
1 Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm	1 Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua	1 0,15 0,15 0,225
2 Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm	2 Protegido contra las caídas de agua verticales (ángulo máx. 15°)	2 0,15 0,25 0,375
3 Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm	3 Protegido contra el agua de "lluvia"	3 0,25 0,20 0,50
4 Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm	4 Protegido contra las proyecciones de agua	
5 Protegido contra el polvo	5 Protegido contra el lanzamiento de agua	5 0,50 0,40 2
6 Totalmente protegido contra el polvo	6 Protegido contra los "golpes de mar"	
	7 Protegido contra los efectos de inmersión	7 1,50 0,40 6
	8 Protegido contra la inmersión prolongada	
		9 5 0,40 20
* Definida por las condiciones de los ensayos con un martillo		

CLASES DE SERVICIO

Según norma VDE 0530

- S1 Servicio permanente
- S2 Servicio de corta duración
- S3 Servicio intermitente sin influencia del arranque sobre la temperatura
- S4 Servicio intermitente con influencia del arranque sobre la temperatura
- S5 Servicio intermitente con influencia del arranque y del frenado sobre la temperatura
- S6 Servicio con cargas intermitentes
- S7 Servicio ininterrumpido con arranques y frenados
- S8 Servicio ininterrumpido con conmutaciones del número de palos

TIPOS DE PROTECCION DE LOS MOTORES

1. Abierto
2. Semiprotegido
3. Abrigado
4. Protegido
5. Semicerrado
6. Cerrado
7. Estanco
8. Hermético
9. Antideflagrante

MOTORES PROTEGIDOS CONTRA EXPLOSION

Clasificación de gases y vapores con los grupos de explosión según normas VDE 0171/9.57

Grupo de explosión G1

Temperatura de inflamación	450°C
Temperatura límite	360°C

Gases a que afecta este grupo

Acetona	Etilen	Metano	Gas de combustión
Amoníaco	Benzol (puro)	Metanol	Tolueno
Etano	Cicloexona	Naftalina	Gas de agua
Acetato de etilo	Acido acético	Propano	Hidrógeno
Etilclorido	Oxido de carbón		

Grupo de explosión G2

Temperatura de inflamación	300°C
Temperatura límite	240°C

Gases a que afecta este grupo

d-Butano	d-Amilacetato	d-Butilalcohol
Acetileno	Etilalcohol	d-Propilalcohol

Grupo de explosión G3

Temperatura de inflamación	300°C
Temperatura límite	160°C

Gases a que afecta este grupo

Bencenos	Petroleo	Terpentina
Etilglicol	d-Hexeno	

Grupo de explosión G4

Temperatura de inflamación	135°C
Temperatura límite	110°C

Gases a que afecta este grupo

Etiléter
Acetaldehído

Grupo de explosión G5

Temperatura de inflamación	100°C
Temperatura límite	80°C

Gases a que afecta este grupo

Carburo de azufre

PUESTA EN MARCHA DE UN MOTOR

Se han de distinguir tres fases en la puesta en marcha de un motor

- a) Conexión — Corresponde al momento en que se cierra el interruptor para darle corriente
- b) Aceleración — Es el período que va desde el momento de conexión hasta el período de régimen nominal
- c) Régimen nominal — Cuando el motor trabaja dentro de sus valores nominales de tensión, corriente, potencia y velocidad.

PLACA DE CARACTERISTICAS

Seguidamente se tratan una serie de consideraciones que se deducen al leer la placa de características de un motor

1. TENSION

Normalmente, para pequeñas y medianas potencias, se presentan los motores para dos tensiones, como es por ejemplo: 220/380 V

La primera tensión corresponde a la conexión Δ y la segunda a la conexión λ .

En régimen normal de trabajo las fases del motor estarán sometidas a la tensión menor, en este caso a 220 V

Hay motores que están preparados para 2 ó más tensiones diferentes y otros para tensiones especiales

Tensiones usuales son 220, 380 y 500 V

2. INTENSIDAD

La intensidad corresponde siempre a la corriente absorbida de línea por el motor y viene dada por la siguiente fórmula:

$$I = \frac{736 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

I - intensidad absorbida por el motor
P - potencia en CV
 $\cos \varphi$ - factor de potencia
 η - rendimiento

3. FRECUENCIA

La frecuencia normal para Europa es de 50 Hz. Para América es de 60 Hz.

En motores importados, este parámetro es uno de los más importantes a tener en cuenta

4. VELOCIDAD

La velocidad está en relación con la frecuencia y número de pares de polos.

El valor de la velocidad de un motor se calcula mediante la fórmula representada a continuación:

$$n = \frac{F \cdot 60}{p}$$

n - núm. de r.p.m.
F - frecuencia en Hz
p - pares de polos del motor

Tabla de velocidades para diferentes frecuencias y polaridades

2 p	p	40 Hz	50 Hz	60 Hz
2	1	2.400	3.000	3.600
4	2	1.200	1.500	1.800
6	3	800	1.000	1.200
8	4	600	750	900
10	5	480	600	720
12	6	400	500	600
14	7	342	425	514
16	8	300	375	425
18	9	266	322	400
20	10	240	300	360

5 - PAR NOMINAL

$$M = 973 \frac{P}{n} \text{ en Kgm}$$

M - par nominal en Kgm
P - potencia nominal en KW
n - núm. de r.p.m.

6 - FACTOR DE POTENCIA ($\cos \varphi$)

$$\cos \varphi = \frac{736 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot I}$$

$\cos \varphi$ - factor de potencia
P - potencia en CV
V - tensión
I - intensidad

7 - RENDIMIENTO

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \cdot 100 \text{ en } \%$$

η - rendimiento en %
 P_u - potencia útil en eje del motor
 P_a - potencia absorbida por el motor

8 - MOTORES CON ROTOR BOBINADO

Dos datos importantes son la tensión y la intensidad del rotor, particularmente en lo que afecta al cálculo de la resistencia de arranque.

Tabla sobre intensidad nominal (I_n) absorbida por motores trifásicos

Potencia		220 V	380 V	500 V
CV	KW	I_n (A)	I_n (A)	I_n (A)
0,17	0,125	0,69	0,40	0,30
0,24	0,18	0,95	0,55	0,42
0,34	0,25	1,28	0,74	0,56
0,50	0,37	1,82	1,05	0,80
0,75	0,55	2,60	1,48	1,13
1,09	0,80	3,60	2,10	1,58
1,50	1,10	4,70	2,70	2,10
2,00	1,50	6,20	3,60	2,70
3,00	2,20	8,70	5,00	3,80
4,10	3,00	11,60	6,70	5,10
5,40	4,00	15,10	8,70	6,60
7,50	5,50	21	12	9,10
10,20	7,50	28	16	12,20
15	11	40	23	17,50
20	15	53	31	23
30	22	76	44	33
41	30	100	59	45
52	38	130	74	56
68	50	165	95	72
86	63	200	120	89
103	80	255	150	110
136	100	325	190	140

PRUEBAS MECANICAS DE LOS MOTORES ELECTRICOS**Motores de c.c.**

Soportarán un par de 1,5 veces el nominal, durante 15 segundos con tensión nominal

Motores de inducción polifásicos (rotor en jaula de ardilla y bobinado)

Soportarán un par de 1,6 veces el nominal, durante 15 segundos, sin que se experimenten cambios de velocidad al aumentar el par.

Motores síncronos polifásicos

Soportarán un par de 1,5 veces el nominal, durante 15 segundos a tensión nominal sin perder la velocidad de sincronismo.

Para generadores

Soportarán 50% de la intensidad nominal durante 15 segundos con tensión nominal

CALENTAMIENTOS LIMITES EN LAS MAQUINAS ELECTRICAS

En las normas VDE 0530 se fijan los límites de temperatura de calentamiento admitido por los motores.

La temperatura de 40°C se estima como máxima de ambiente. Sobre esta temperatura se da el incremento de temperatura (Δt°) que puede soportar el motor.

Así para un motor que en su placa de característica indica $\Delta t^\circ = 40^\circ\text{C}$, la temperatura máxima que puede soportar es de $40 + 40 = 80^\circ\text{C}$

Como se indica en VDE 0530, no todas las partes del motor pueden soportar la misma temperatura límite, por este motivo, los materiales se clasifican en función a su resistencia térmica mediante las letras Y, A, E, B, F, H y C, por orden creciente de resistencia.

CLASIFICACION DE MATERIALES PARA MAQUINAS Y APARATOS ELECTRICOS, DE ACUERDO CON SU ESTABILIDAD TERMICA (según norma CEI)**Clase Y**

Temperatura límite 90°C

Comprende a materiales o asociación de materiales, tales como algodón, seda y papel sin impregnación.

Clase A

Temperatura límite 105°C

Comprende a materiales o asociación de materiales, tales como algodón, seda y papel con impregnación o sumergidos en un dieléctrico, como puede ser el aceite.

Clase E

Temperatura límite 120°C

Comprende a materiales o asociación de materiales, de la clase A, para los que se garantiza su utilización para una temperatura superior a 15°C.

Clase B

Temperatura límite 130°C

Comprende a materiales o asociación de materiales, tales como mica, fibra de vidrio, amianto, etc., con aglomerantes adecuados.

Clase F

Temperatura límite 155°C

Comprende a materiales o asociación de materiales de la clase B, para los que se garantiza su utilización para una temperatura superior en 25°C.

Clase H

Temperatura límite 180°C

Comprende a materiales o asociación de materiales tales como siliconas, mica, fibra de vidrio y amianto convenientemente mezclados con resinas y siliconas.

Clase C

Temperatura límite superior a 180°C

Comprende a materiales o asociación de materiales tales como siliconas, mica, vidrio y cuarzo convenientemente aglutinados para soportar temperaturas superiores a los 90°C.

FORMAS CONSTRUCTIVAS DE LOS MOTORES (Normas DIN 42950)**MOTORES CON PATAS - TIPO DN****HORIZONTAL****VERTICAL**

B3



B7



V5



B6



B8



V6

MOTORES CON BRIDA TIPO DNF

B5

MOTORES CON BRIDA TIPO DNV

V1



V3



B3/B5



V2



V4

MOTORES CON BRIDA - TIPO DNU

B10



V10



V14



B9



V8



V18



B14



V9



V19

NORMAS DIN SOBRE MAQUINAS ELECTRICAS

DIN - 1304	Símbolos generales para fórmulas
DIN - 40121	Símbolos para fórmulas en la construcción de máquinas eléctricas
DIN - 42670	Dimensiones para motores trifásicos con rotor en cortocircuito. Forma constructiva tipo 33 con ventilación exterior
DIN - 42673	Motores trifásicos asíncronos con rotor en cortocircuito
DIN - 42680	Motores trifásicos asíncronos con rotor en cortocircuito para el accionamiento de ascensores
DIN - 40050	Tipos de protección
DIN - 42950	Formas constructivas de los motores
DIN - 42946	Extremos de ejes
DIN - 42947	Poleas: bridas de fijación
DIN - 42960	Bornes
DIN - 42961	Placas de características
DIN - 42965	Anillos rozantes
DIN - 42900	Escobillas de carbón
DIN - 42501 42565	Transformadores y accesorios
DIN - 48501	Motores monofásicos de condensador

Tabla sobre rendimiento (η), factor de potencia ($\cos \varphi$), potencia absorbida en KW e intensidades absorbidas a diferentes tensiones a partir de la potencia útil

Potencia útil en el árbol del motor		Rendimiento-aprox.	Factor de potencia	Potencia absorbida	Intensidad de línea en A para la tensión de:			
CV	KW	μ	$\cos \varphi$	KW	220 V	380 V	500 V	660 V
0,2	0,15	0,69	0,66	0,21	0,86	0,50	0,38	0,29
0,3	0,22	0,70	0,67	0,32	1,24	0,72	0,55	0,41
0,4	0,29	0,72	0,70	0,41	1,54	0,89	0,68	0,51
0,5	0,37	0,73	0,72	0,50	1,84	1,06	0,81	0,61
0,75	0,55	0,75	0,74	0,74	2,6	1,5	1,15	0,87
1	0,74	0,76	0,76	0,97	3,35	1,95	1,47	1,1
1,5	1,1	0,78	0,78	1,4	4,8	2,8	2,1	1,6
2	1,5	0,80	0,80	1,9	6,0	3,5	2,7	2,0
2,5	1,8	0,81	0,82	2,3	7,3	4,2	3,2	2,4
3	2,2	0,81	0,83	2,7	8,6	5,0	3,8	2,9
4	2,9	0,82	0,84	3,6	11,2	6,5	4,9	3,7
5	3,7	0,84	0,84	4,4	13,7	7,9	6,0	4,6
6	4,4	0,85	0,84	5,2	16,3	9,4	7,2	5,4
7,5	5,5	0,85	0,84	6,5	20	12,1	8,9	6,8
10	7,4	0,85	0,85	8,7	26,7	15,5	11,9	8,9
12	8,8	0,86	0,86	10,3	31	18,2	13,8	10,5
15	11	0,88	0,86	12,6	38	22	16,8	12,8
18	13,3	0,88	0,87	15,6	45	26	20	15,1
20	14,7	0,88	0,87	16,8	51	29	22	16,9
30	22,1	0,89	0,88	24,8	74	43	33	25

El rendimiento (μ) corresponde a motores con velocidad 1.500 r.p.m.

P - Potencia útil en CV
 V - tensión de línea
 μ - rendimiento
 $\cos \varphi$ - factor de potencia
 I - intensidad absorbida

$$I = \frac{736 \cdot P}{\mu \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}}$$

Tabla sobre rendimiento y factor de potencia de motores III a diferentes velocidades (Según normas DIN).

Potencia KW	n r. p. m.	η Rendimiento	$\cos \varphi$
0,2	1.500	72,5	0,70
	1.000	69,5	0,66
	750	64,5	—
1,5	1.500	82,5	0,83
	1.000	81,0	0,78
	750	78,5	0,74
7,5	1.500	85,5	0,85
	1.000	84,0	0,83
	750	83,5	0,81
50	1.500	90,0	0,90
	1.000	90,0	0,88
	750	89,5	0,87
	500	89,5	0,83
100	1.500	91,0	0,90
	1.000	91,0	0,89
	750	91,0	0,88
	500	90,5	0,85

Determinación de la potencia aparente (KVA) en función de la potencia activa (KW) y del factor de potencia ($\cos \varphi$).

Potencia KW	FACTOR DE POTENCIA								
	1 KVA	0,95 KVA	0,90 KVA	0,85 KVA	0,80 KVA	0,75 KVA	0,70 KVA	0,65 KVA	0,60 KVA
1	1	1,05	1,11	1,18	1,25	1,33	1,43	1,54	1,66
2	2	2,11	2,22	2,35	2,50	2,67	2,86	3,08	3,32
3	3	3,16	3,33	3,53	3,75	4,00	4,29	4,62	5,00
4	4	4,21	4,44	4,70	5,00	5,33	5,72	6,16	6,64
5	5	5,27	5,56	5,88	6,25	6,67	7,15	7,70	8,30
6	6	6,32	6,67	7,06	7,50	8,00	8,57	9,28	10,00
7	7	7,37	7,78	8,23	8,75	9,33	10,00	10,78	11,42
8	8	8,42	8,89	9,41	10,00	11,70	11,40	12,23	13,28
9	9	9,48	10,00	10,60	11,30	12,00	12,90	13,86	14,94
10	10	10,50	11,10	11,80	12,50	13,30	14,30	15,40	16,66

$$KVA = \frac{KW}{\cos \varphi}$$

KVA - potencia aparente (absorbida)
KW - potencia activa (útil)
 $\cos \varphi$ - factor de potencia

Mejora del factor de potencia

Factor de potencia original en %	Factor de potencia deseado				
	100 %	95 %	90 %	85 %	80 %
50	1,732	1,403	1,248	1,112	0,982
52	1,643	1,314	1,158	1,023	0,892
54	1,559	1,230	1,074	0,939	0,808
56	1,479	1,150	0,995	0,859	0,729
58	1,405	1,076	0,920	0,785	0,654
60	1,333	1,004	0,849	0,713	0,583
62	1,266	0,937	0,781	0,646	0,515
64	1,201	0,872	0,716	0,581	0,450
66	1,138	0,810	0,654	0,518	0,388
68	1,108	0,750	0,594	0,459	0,328
70	1,020	0,691	0,536	0,400	0,270
72	0,964	0,635	0,480	0,344	0,214
74	0,909	0,580	0,425	0,289	0,159
76	0,855	0,527	0,371	0,235	0,105
78	0,802	0,474	0,318	0,182	0,052
80	0,750	0,421	0,266	0,130	
82	0,698	0,369	0,214	0,078	
84	0,646	0,317	0,162	0,026	
86	0,593	0,265	0,109		
88	0,540	0,211	0,059		
90	0,484	0,155			
92	0,426	0,097			
94	0,363	0,034			

Cálculo de la potencia reactiva del condensador utilizando la tabla

Ejemplo: Sea un receptor de 100 KW cuyo factor de potencia es de 50 % ($\cos \varphi = 0,5$), queriéndose mejorar hasta 80 %. Determinar la potencia reactiva.

$$P = KW \cdot F_p = 100 \times 0,982 = 98,2 \text{ KVAr}$$

Fp - factor de potencia correspondiente al % deseado, tomado en la misma línea que el % original.

INTENSIDADES ABSORBIDAS POR MOTORES DE C. ALTERNA y C. CONTINUA

Potencia útil		Rendimiento η	$\cos \varphi$	c.a. trifásica a 50 Hz			c.a. bifásica	c.a. monofásica		corriente continua				
CV	KW			220 V	380 V	500 V		220 V	110 V	220 V	110 V	220 V	440 V	500 V
0,5	0,37	0,74	0,75	1,74	1,10	0,77	1,51	6,02	3,01	4,52	2,26	1,13	1,00	
0,75	0,55	0,76	0,77	2,48	1,44	1,09	2,15	8,57	4,29	6,60	3,30	1,65	1,46	
1	0,74	0,78	0,80	3,10	1,79	1,37	2,58	10,8	5,36	8,58	4,29	2,15	1,89	
1,5	1,10	0,79	0,82	4,47	2,59	1,97	3,87	15,5	7,75	12,7	6,35	3,18	2,80	
2	1,47	0,81	0,83	5,74	3,32	2,53	4,97	19,9	9,95	16,5	8,25	4,13	3,64	
2,5	1,84	0,81	0,83	7,17	4,15	3,16	6,23	24,9	12,5	20,7	10,4	5,16	4,56	
3	2,21	0,82	0,84	8,52	4,93	3,75	7,36	29,6	14,8	24,5	12,3	6,13	5,40	
4	2,95	0,83	0,85	11,1	6,40	4,89	9,60	38,4	19,2	32,3	16,2	8,16	7,10	
5	3,68	0,85	0,87	13,4	7,80	5,90	11,6	46,3	23,2	39,4	19,7	9,84	8,66	
6	4,42	0,86	0,87	15,5	9,00	6,90	13,4	53,7	26,9	46,7	23,4	11,7	10,3	
7	5,15	0,86	0,87	18,2	10,5	8,00	15,7	62,6	31,4	54,5	27,3	13,7	12,0	
8	5,89	0,87	0,87	20,4	11,8	9,00	17,7	70,7	35,4	61,5	30,8	15,4	13,6	
9	6,62	0,87	0,87	23,0	13,3	10,1	19,9	79,6	39,8	69,2	34,6	17,3	15,3	
10	7,40	0,87	0,88	25,3	14,6	11,1	21,8	87,4	43,7	76,8	38,4	19,2	17,0	
11	8,10	0,87	0,88	27,8	16,1	12,3	24,1	96,0	48,0	84,5	42,3	21,2	18,6	
12	8,83	0,87	0,88	30,3	17,5	13,3	26,2	105	52,5	92,0	46,0	23,0	20,4	
13	9,57	0,87	0,88	32,8	19,5	14,5	28,4	114	56,8	100	50,0	25,0	22,0	
14	10,3	0,87	0,88	35,4	20,5	15,6	30,6	122	61,1	108	53,8	26,9	23,8	
15	11,0	0,88	0,88	37,4	21,7	16,5	32,8	130	64,8	114	57,0	28,5	25,2	
16	11,8	0,88	0,88	40,0	23,2	17,8	35,0	138	69,0	124	61,8	30,4	26,8	
17	12,5	0,88	0,88	42,5	24,6	18,7	37,2	147	73,4	130	64,6	32,3	28,4	
18	13,2	0,88	0,89	44,5	25,8	19,8	38,4	154	76,9	137	68,5	34,2	30,2	
19	14,0	0,88	0,89	46,9	27,2	20,7	40,6	162	81,0	145	72,2	36,1	31,8	
20	14,7	0,88	0,89	49,4	28,6	21,8	42,7	170	85,0	152	76,0	38,0	33,6	
21	15,5	0,89	0,89	51,2	29,7	22,6	44,4	178	88,7	158	79	39,5	34,8	
22	16,2	0,89	0,89	53,6	31,1	23,6	46,5	186	93,0	166	82,7	41,4	36,4	
23	16,9	0,89	0,89	56,1	32,5	24,7	48,5	195	97,2	173	86,4	43,2	38,0	
24	17,7	0,89	0,89	58,5	33,9	25,8	50,7	203	102	181	90,2	45,1	39,8	
25	18,4	0,89	0,89	61,0	35,3	26,9	52,7	212	106	188	94,0	47,0	41,4	
30	22,1	0,89	0,90	72,4	41,9	31,9	62,7	251	126	226	113	56,4	49,6	
40	29,5	0,89	0,90	96,6	55,9	42,5	83,6	334	167	300	150	75,1	66,2	
50	36,8	0,90	0,91	118	68,3	52,0	102	408	204	372	186	93,0	81,8	
60	44,2	0,91	0,92	139	80,2	61,0	120	480	240	441	221	111	97,0	
70	51,5	0,91	0,92	162	93,5	71,0	140	560	280	515	258	129	114	
80	58,9	0,91	0,92	184	107	81,1	160	640	320	588	294	147	130	
90	66,2	0,91	0,92	208	120	91,2	180	719	360	662	331	166	146	
100	73,6	0,92	0,93	226	131	99,3	196	782	391	727	364	182	160	
125	92	0,93	0,93	279	162	123	242	967	484	900	450	225	198	
150	110	0,93	0,93	335	194	148	290	1160	580	1080	540	270	238	
200	147	0,93	0,93	446	259	197	387	1545	773	1440	720	360	317	

NOTA: Las intensidades dadas en la tabla pueden variar respecto a otra tabla, para un motor de una misma potencia debido a la forma constructiva realizada por las diferentes marcas, tanto en el diseño como en los materiales utilizados. Lo aquí dicho es válido para otras tablas.

INTENSIDADES ABSORBIDAS POR MOTORES III CONECTADOS A 220 V CON DIFERENTES VELOCIDADES

Potencia		3.000 r.p.m.	1.500 r.p.m.	1.000 r.p.m.	750 r.p.m.
CV	KW				
15	11	38,93	40,66	43,25	45,85
16,3	12	41,52	43,25	45,85	48,44
17,7	13	44,98	46,71	49,31	51,90
19	14	47,58	50,17	52,77	55,36
20,4	15	51,04	53,63	56,23	58,82
21,8	16	54,50	57,09	59,69	62,28
23,1	17	57,09	60,55	63,15	65,74
24,5	18	60,55	64,01	66,61	69,20
25,8	19	63,15	66,61	70,07	72,66
27,2	20	66,61	70,07	73,53	76,12
28,6	21	70,07	73,53	76,12	79,58
29,9	22	73,53	76,12	79,58	83,04
31,3	23	76,12	79,58	83,04	86,50
32,6	24	79,58	83,04	86,50	89,96
34,0	25	83,04	86,50	89,96	93,42
35,4	26	86,50	89,96	93,42	96,88
36,7	27	89,96	93,42	96,88	100,34
38,1	28	91,69	95,15	100,34	103,80
39,4	29	95,15	98,61	103,80	107,80
40,8	30	98,61	102,07	107,26	110,22
47,6	30	114,18	117,64	122,83	128,02
54,4	40	129,75	133,21	138,40	143,59
63,2	45	143,59	148,78	153,97	159,16
68,0	50	159,16	164,35	169,54	174,73
74,8	55	173	179,92	185,10	192,03
81,6	60	188,57	195,50	200,68	207,60
88,4	65	204,98	211,06	216,25	223,17
95,2	70	217,98	226,63	231,82	238,74
102	75	233,55	242,20	245,66	256,04
109	80	247,40	267,77	261,23	273,34
116	85	262,96	273,34	276,80	288,91
122	90	278,55	288,91	292,37	306,21
129	95	294,10	304,48	307,94	323,51
136	100	311,40	320,05	325,25	339,08

NOTA: Las intensidades dadas en la tabla, corresponden a la tensión de 220 V. Para tensiones diferentes a 220 V, multiplicar la columna correspondiente a la velocidad por los valores que se indican a continuación.

Para tensión de 380 V, multiplicar por 0,58
 440 V, 0,50
 500 V, 0,44

INTENSIDADES DE ARRANQUE

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión prescribe en su artículo 36, que los motores de más de 0,75 KW estarán provistos de reostatos de arranque o de otros dispositivos o formas de arranque que reduzcan la intensidad absorbida durante el período de puesta en marcha.

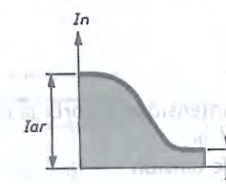
A la hora de considerar la puesta en marcha de un motor es muy importante tener en cuenta si el arranque se hace en vacío, a media o a plena carga, así como el tipo de máquina en que está situado el motor.

En la tabla que se inserta a continuación se indica la relación de corriente, entre el arranque y la marcha normal o de régimen.

Los valores aquí dados son orientativos, ya que en la práctica se permiten una gama más amplia de variación entre la corriente de arranque y la de marcha normal.

Potencia del motor KW	Relación de la corriente de arranque a la de marcha normal		
	Motores de corriente alterna		Motores de corriente continua
	Normal	En aparatos de elevación	
De 0,75 a 1,5	4,5	5,85	2,5
De 1,5 a 5	3	3,9	2
De 5 a 15	2	2,6	1,5
Más de 15	1,5	1,95	1,5

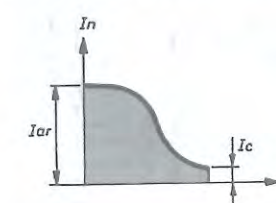
INTENSIDADES DE ARRANQUE Y DE CORTE



Arranque directo

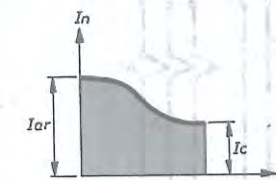
$I_{ar} = 6 I_n$ I_{ar} - intensidad de arranque a la conexión
 $I_c = I_n$ I_c - intensidad al corte
 I_n - intensidad nominal del motor

Arranque directo con inversión de giro

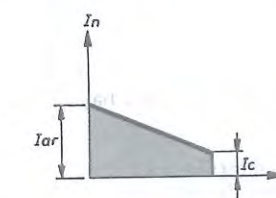


$I_{ar} = 8 I_n$
 $I_c = I_n$

Arranque de motores con rotor bobinado y anillos rozantes.

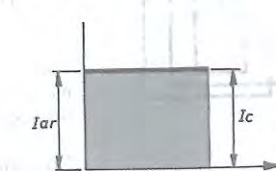


$I_{ar} = 2,5 I_n$
 $I_c = I_n$

Arranque por resistencias y $\lambda - \Delta$ 

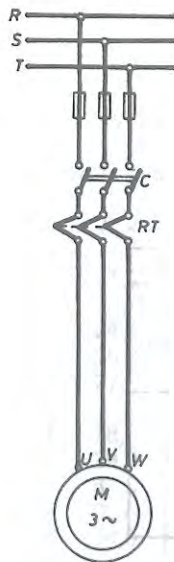
$I_{ar} = 3 I_n$
 $I_c = I_n$

Arranque directo con posible corte en el período de arranque y frenado por contracorriente



$I_{ar} = 6 I_n$
 $I_c = I_n$

ARRANQUE DIRECTO DE MOTORES TRIFASICOS



Todo motor en su arranque irá protegido como mínimo con fusibles. Los fusibles protegen al motor contra intensidades de cortocircuito (I_{cc}).

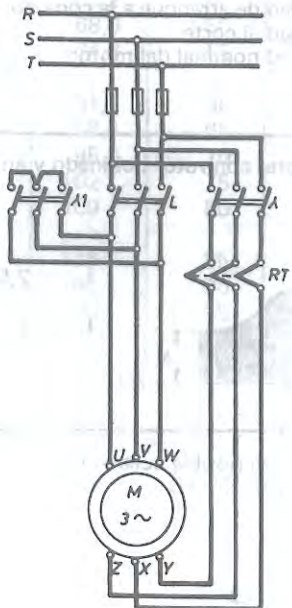
Los relés de tipo térmico, diferencial, magnético o magnetotérmicos, que puede llevar el circuito, protegen contra sobreintensidades.

El relé será reglado de forma conveniente que se ajuste a la intensidad y tiempo de arranque y campo de protección.

Suponiendo que el motor arrancara a plena carga, la intensidad máxima absorbida en el momento de conexión sería de $I_{ar} = 6 I_n$, para disminuir e ir bajando hasta la intensidad nominal I_n .

Potencias absorbidas por motores funcionando en vacío

Potencia en CV	0,5	1	2	3	10	50	100
Gasto en W por CV	140	100	80	78	65	35	30

ARRANQUE EN CONEXION $\lambda - \Delta$ 

Con este arranque se limita la punta de intensidad absorbida en el período de arranque, reduciéndola a $I_{ar} = 2 I_n$.

Este tipo de arranque es de dos puntos de tensión

1º Punto

Intensidad máxima absorbida
33 % de I_{ar} en directo

$$I_{an} = \frac{I_{ar} \cdot 33}{100} = \frac{6 \cdot 33}{100} \approx 2 I_n$$

Tensión por fase

$$V_f = VL/\sqrt{3}$$

Par de arranque

33 % del par en arranque directo

2º Punto

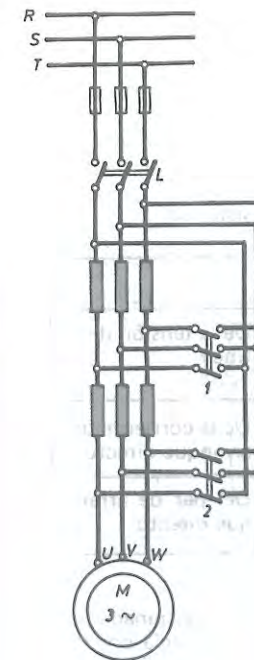
Tensión por fase

$$V_f = VL$$

No se pasará al 2º punto, hasta que el motor no haya adquirido al menos el 90 % de su velocidad nominal.

Conexión estrella (λ): Entran los contactores $\lambda + \lambda 1$
Conexión triángulo (Δ): Entran los contactores $\lambda + L$

ARRANQUE CON RESISTENCIAS ESTATORICAS



Se utiliza esta forma de arranque de motores con rotor en cortocircuito, para máquinas cuyo par de arranque es bajo.

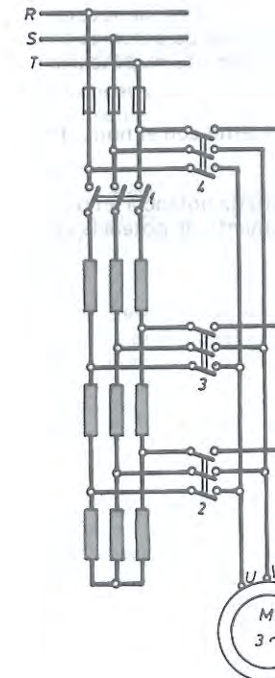
El arranque puede hacerse en 2, 3 ó más puntos de resistencia.

Nº de puntos de arranque	2	3	4	
Tensión en bornes del motor en el primer punto	58 %	52 %	47 %	De la tensión de línea VL
Corriente de arranque en el primer punto	58 %	52 %	47 %	De la corriente de arranque directo
Par de arranque en el primer punto	33 %	27 %	22,5 %	Del par de arranque directo

Con este tipo de conexión se puede reducir la intensidad de arranque, valor que dependerá del número de puntos de resistencias; así se tiene que para el arranque en 3 puntos, la intensidad máxima absorbida será de:

$$I_{ar} = \frac{I_{ar} \cdot 52}{100} = \frac{6 \cdot 52}{100} \approx 3 I_n$$

ARRANQUE POR AUTOTRANSFORMADOR



Se utiliza esta forma de arranque de motores con rotor en cortocircuito, para máquinas cuyo par de arranque es bajo.

El arranque puede hacerse en 2, 3 ó más puntos de tensión

Nº de puntos de arranque	2	3	4	
Tensión en bornes del motor en el primer punto	65 %	55 %	49 %	De la tensión de línea VL
Corriente de arranque en el primer punto	42 %	30 %	25 %	De la corriente de arranque directo
Par de arranque en el primer punto	42 %	30 %	25 %	Del par de arranque directo

La intensidad absorbida en el período de arranque se reduce más que con el arranque por resistencias.

Para el arranque en 3 puntos, la intensidad absorbida será de:

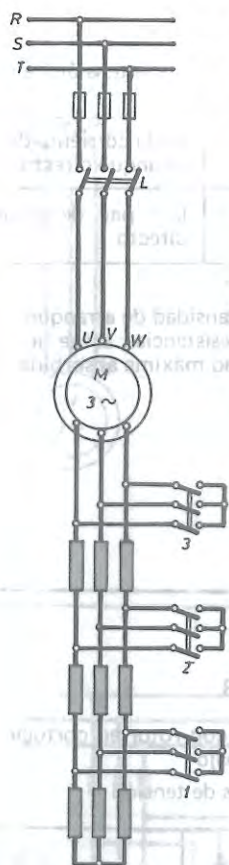
$$I_{ar} = \frac{I_{ar} \cdot 30}{100} = \frac{6 \cdot 30}{100} \approx 1,8 I_n$$

ARRANQUE CON RESISTENCIAS ROTORICAS

El momento de rotación en el arranque es de 1,5 a 2,5 veces el momento de rotación.

La intensidad de arranque varía en la misma proporción que el momento de rotación, entre 1,5 y 2,5 veces la intensidad nominal I_n .

El arranque puede hacerse en 2, 3 ó más puntos de resistencia.



Nº de puntos de arranque	2	3	4	
Tensión en bornes del motor en el primer punto (estator)	100%	100%	100%	De la tensión de línea
Corriente de arranque en el primer punto	40%	30%	24%	De la corriente de arranque directo
Par de arranque en el primer punto	40%	30%	24%	Del par de arranque directo

Para ajustar la velocidad del motor y conseguir una determinada potencia útil, es necesario poner un motor de mayor potencia por decrecer sensiblemente el rendimiento. Así se tiene que para diferentes velocidades las potencias se incrementarán en la proporción siguiente:

- 1º Si el par decrece cuadráticamente con el núm. de revoluciones del motor, no se requiere suplemento de potencia.
- 2º Si se precisa un par motor independiente al núm. de revoluciones. Hasta 25% menos de r.p.m. Aumento de potencia en 12%. De 25% a 50% menos de r.p.m. Aumento de potencia en 35%.
- 3º Si se precisa un motor linealmente decreciente con el núm. de revoluciones.
 - Hasta 25% menos de r.p.m. - Aumento de potencia en 6%
 - De 25% a 50% menos de r.p.m. - Aumento de potencia en 20%.

MOTOR MONOFASICO CON BOBINADO AUXILIAR DE ARRANQUE Y CONDENSADOR

Partes del motor

Prin - bobinado principal
Aux - bobinado auxiliar
CC - contacto centrífugo
C - condensador

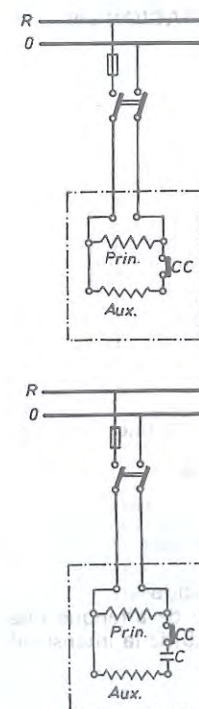
Velocidad según la fórmula:

$$n = \frac{F \cdot 60}{P}$$

Valor de la capacidad

$$C = \frac{3,18 \cdot P \cdot 10^6}{V \cdot \cos \varphi}$$

C - capacidad del condensador en microfaradios
P - potencia del motor en KW
V - tensión de la red
 $\cos \varphi$ - factor de potencia



MOTOR UNIVERSAL

Corresponde al motor serie de c.c.

Puede conectarse a una red de c.a. o c.c. indistintamente.

En c.c.

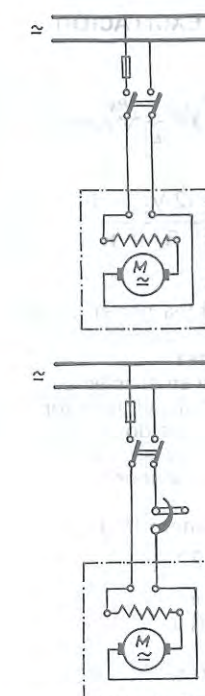
A carga constante, la velocidad y potencia aumenta proporcionalmente con la tensión aplicada.

En c.a.

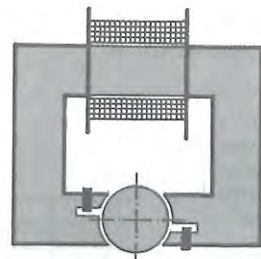
A carga constante, la velocidad y potencia aumenta proporcionalmente con la tensión aplicada a partir de las 3.000 r.p.m.

La velocidad dada a una tensión alterna es inferior a la que daría a la misma tensión en c.c.

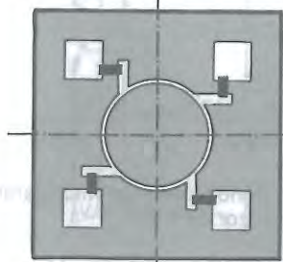
Se construyen para potencias inferiores a 0,5 CV y para velocidades hasta 3.000 r.p.m. A partir de 5.000 r.p.m. el rendimiento comienza a ser bueno.



MOTORES DE INDUCCION



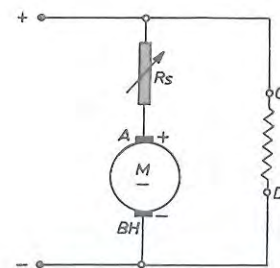
Motor bipolar (2p = 2)



Motor tetrapolar (2p = 4)

$$\text{Velocidad: } n = \frac{F \cdot 60}{p}$$

MOTOR DE C.C. CON EXCITACION EN PARALELO



Valor de la resistencia de arranque

$$R_s = \frac{V_L - (R \cdot I_{ar})}{I_{ar}}$$

- R_s - resistencia de arranque
 V_L - tensión en bornes
 R - resistencia del inducido
 I_{ar} - intensidad máxima de arranque que varía entre 1,25 y 1,5 de la intensidad nominal a plena carga

MOTOR DE C.C. CON EXCITACION EN SERIE



$$I_n = \frac{V_L - (2 V_{co} + E)}{R + R_c + R_s}$$

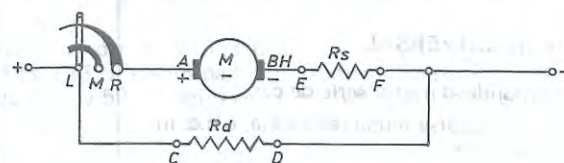
- I_n - corriente absorbida por el motor en régimen
 V_L - tensión de la línea
 V_{co} - caída de tensión en el colector
 E - f.c.e.m. generada en el inductor
 R - resistencia del inducido
 R_c - resistencia polos de conmutación
 R_s - resistencia inductor serie

Resistencia total del reóstato (R_r)

$$R_r = \frac{V_L - 2 V_{co}}{I_{ar}} - (R + R_c + R_s)$$

 I_{ar} - Intensidad de arranque

MOTOR DE C.C. CON EXCITACION COMPOUND



Velocidad de régimen

$$n = k \frac{V_b - 2 V_{co} - (R + R_c + R_s) I_l}{\phi_d + \phi_s}$$

$$K = \frac{60 \cdot 10^8}{N} \cdot \frac{a}{P}$$

- I_l - corriente del inducido
 ϕ_d - flujo inductor derivación
 ϕ_s - flujo inductor serie
 a - pares de ramas en paralelo
 P - pares de polos
 N - núm. de conductores del bobinado inducido

REOSTATO DE ARRANQUE PARA MOTOR TRIFASICO DE ROTOR BOBINADO

$$R = \left(\frac{I_{ar}}{I} \right)^n \cdot R_f - R_f$$

$$1^{\text{er}} \text{ punto } R_1 = \left(\frac{I_{ar}}{I} - 1 \right) R_f$$

$$2^{\text{o}} \text{ punto } R_2 = \frac{I_{ar}}{I} \cdot R_1$$

$$3^{\text{er}} \text{ punto } R_3 = \frac{I_{ar}}{I} \cdot R_2$$

$$4^{\text{o}} \text{ punto } R_4 = \frac{I_{ar}}{I} \cdot R_3$$

$$5^{\text{o}} \text{ punto } R_5 = \dots$$

- R_f - resistencia de una fase del rotor
 R - resistencia total de una fase del reóstato
 $R_1, R_2, R_3, R_4, \dots$ - resistencias parciales de cada uno de los puntos del reóstato
 I - intensidad nominal del motor a plena carga
 I_{ar} - intensidad de arranque del motor a plena carga (normalmente no debe superar a $I_{ar} \leq 2 I$)
 n - número de puntos de arranque

Las resistencias se conectarán en estrella. Si la línea que va desde el motor hasta el reóstato, supera los 5 metros, incidirá en la dimensión del número de revoluciones.

La sección a colocar a la línea desde el motor al reóstato viene dada por la siguiente fórmula:

$$S = \frac{1180 \cdot L \cdot P \cdot n_0 \cdot \rho}{V_r^2 \cdot (n_0 - n)}$$

- S - sección en mm^2
 L - longitud en m
 P - potencia en KW
 n_0 - velocidad teórica (sincrónica)
 ρ - coeficiente de resistividad
 V_r - tensión rotórica (ver placa de características)
 n - velocidad nominal (real)

REOSTATO PARA CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR DE C.C.

Resistencia total del reóstato (primer contacto + contactos (placa) de regulación)

$$R_T = \frac{V}{I_{m \min}} - R_{m \min}$$

Resistencia mínima del reóstato (primer contacto)

$$R_1 = \frac{V}{I_{m \max}} - R_{m \max}$$

- V - tensión en la excitación
 $I_{m \min}$ - corriente mínima de excitación mínima
 $I_{m \max}$ - corriente máxima de excitación necesaria
 $R_{m \min}$ - resistencia en frío del circuito de excitación (mínima)
 $R_{m \max}$ - resistencia en caliente del circuito de excitación (máxima)

REOSTATO DE REGULACION

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

d - diámetro del conductor (hilo) en mm
 α - coeficiente
 I - intensidad de corriente que circula por el conductor

Valores del coeficiente α

Material	K_2	K_3	K_4	K_5
Hierro	0,200	0,229	0,255	0,275
Melchor	0,290	0,330	0,365	0,390
Niquelina	0,305	0,350	0,385	0,415
Nichrome	0,390	0,450	0,495	0,535

α - corresponde al número de cm^2 de superficie de enfriamiento por vatio transformado en calor
 K - cuanto mayor sea K mayor será la superficie de enfriamiento y como resultado el reóstato resultará más caro.

REOSTATO DE ARRANQUE

$$S = \alpha \cdot I \sqrt{\frac{T}{t_1 - t}}$$

S - sección en mm^2
 α - coeficiente
 I - intensidad en amperios
 t - temperatura de ambiente
 t_1 - temperatura a que se eleva el reóstato en el arranque
 T - tiempo de arranque en segundos

Valores del coeficiente α

Hierro	0,170
Melchor	0,300
Niquelina	0,320
Nichrome	0,615
Kruppine	1,560

RESISTIVIDAD DE ALEACIONES UTILIZADAS EN REOSTATOS

ALEACION	Resistividad $\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}$ a 20°C	Coeficiente de temperatura
Fundición de hierro (según calidad)	de 0,6 a 1,1	0,00036
Maillechort (Cu + Zn + Ni)	0,40	0,00000
Constantan (Cu + Ni)	0,50	0,00020
Niquelina (Cu + Ni + Zn)	0,44	0,00000
Manganina (Cu + Mn + Ni)	0,46	0,00020
Nichrome (Ni + Fe + Cr + Mn)	1,12	0,00450

RESISTIVIDAD ESPECIFICA DE SOLUCIONES ACUOSAS A 18°C

SOLUCIONES	Resistividad en $\Omega \cdot \text{cm} \cdot \text{cm}^2$ a las siguientes concentraciones			
	5	10	15	20
Acido sulfúrico	4,83	2,57	2,32	1,54
Sulfato cúprico	55,30	31,44	23,88	—
Sulfato de cinc	52,70	31,44	24,25	—
Nitrato de plata	39,50	21,20	—	11,60
Cloruro sódico	15,00	7,66	—	5,18
Sosa caústica	5,12	3,22	—	3,08
Potasa caústica	5,88	3,21	—	2,02
Agua pura (15°C)	25 $\text{M}\Omega$			
Agua destilada * (15°C)	80 $\text{M}\Omega$			

RESISTIVIDAD DE CARBONES

CARBONES	Resistividad $\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}$	Coeficiente de temperatura
Carbón diamantino (para arcos)	60 - 70	0,00050
Carbón lámparas (Edison)	39 - 41	0,00054
Carbón de retorta	40 - 47	0,00040
Gráfico	15 - 30	

ESCOBILLAS PARA MOTORES

TIPO	Clase de colector	Intensidad admisible Amp/cm^2	Caída de tensión V_{co}	Coeficiente de rozamiento	Presión específica gr/cm^2
Electrográficas	Delgas	8 a 10	1,2	0,15	175
	Anillos	10 a 12	1,2	0,15	175
Metalográficas	Delgas	15 a 18	0,7 a 0,8	0,07	200
	Anillos	25 a 30	0,6 a 0,8	0,1	250 a 400
Metálicas		20 a 30	0,2 a 0,3	0,15 a 0,2	150 a 200

ELECCION DE UN CONTACTOR (Según normas C.E.I.)

Clasificación de los contactores según el tiempo que permanecen conectados pasando corriente por sus contactos - Cuatro tipos de arranque pueden considerarse:

- Empleo ininterrumpido
- Empleo de 8 horas
- Empleo temporal
- Empleo intermitente

Dentro de este apartado se tienen las siguientes clases de empleo:

- Clase 0 - Núm. de maniobras por hora ≤ 6
 Clase I - Núm. de maniobras por hora ≤ 30
 Clase II - Núm. de maniobras por hora ≤ 150
 Clase III - Núm. de maniobras por hora ≤ 600
 Clase IV - Núm. de maniobras por hora ≤ 1200

Ciclo completo. Corresponde al tiempo de marcha + tiempo de paro

Factor de marcha ED en %

$$F \text{ de } M (ED) = \frac{\text{Tiempo de marcha} \times 100}{\text{ciclo completo}} \text{ en } \%$$

TABLA: Factores de marcha a considerar en cada una de las cinco clases de maniobras.

FACTOR DE MARCHA	CLASE 0 Ciclo completo 600 seg. = 10 min.		CLASE I Ciclo completo 120 seg. = 2 min.		CLASE II Ciclo completo 24 seg.		CLASE III Ciclo completo 6 seg.		CLASE IV Ciclo completo 3 seg.	
	Marcha seg.	Paro seg.	Marcha seg.	Paro seg.	Marcha seg.	Paro seg.	Marcha seg.	Paro seg.	Marcha seg.	Paro seg.
60 %	360	240	72	48	14,4	9,6	3,6	2,4	1,8	1,2
40 %	240	360	48	72	9,6	14,4	2,4	3,6	1,2	1,8
25 %	150	450	30	90	6	18	1,5	4,5	0,75	2,25
15 %	90	510	18	102	3,6	20,4	0,9	5,1	0,3	2,7

TABLA: Categoría de servicio de los aparatos, según sus aplicaciones

UTILIZACION	CIERRE			APERTURA			Aplicaciones caracte- rísticas
	Tensión	Intensidad	cos φ	Tensión	Intensidad	cos φ	
Categoría AC ₁	Un	In	0,95	Un	In	0,95	Cargas no inductivas o débilmente inductivas, hornos de resistencias
Categoría AC ₂	Un	2,5 In	0,65	Un	2,5 In	0,65	Arranque de motores de anillos rozantes; inversión de marcha
Categoría AC ₃	Un	6 In	0,35	Un	6 In	0,35	Arranque de motores de jaula; corte a motor lanzado
Categoría AC ₄	Un	6 In	0,35	Un	6 In	0,35	Arranque de motores de jaula; inversión de marcha. Marcha a intermitencias.

Un - tensión nominal
In - intensidad nominal

FORMULAS UTILIZADAS EN MAQUINAS ELECTRICAS

Tensión producida por una dinamo

$$E = \frac{\phi \cdot n \cdot N}{60 \cdot 10^8}$$

E - tensión en voltios
 ϕ - flujo en maxwelios
n - núm. de r.p.m. de la máquina
N - núm. de espiras del inducido

Rendimiento eléctrico de una dinamo

$$\eta_e = \frac{V_b \cdot I}{V_b \cdot I + p_c}$$

η_e - rendimiento
 V_b - tensión en bornes
I - intensidad máxima que puede suministrar la dinamo
 p_c - pérdida de potencia por calor

Rendimiento práctico de una dinamo

$$\eta = \frac{V_b \cdot I}{P \cdot 736}$$

V_b - tensión en bornes
I - intensidad máxima que puede suministrar la dinamo
P - potencia en CV en el eje de la dinamo

Frecuencia de un alternador

$$F = \frac{n \cdot p}{60}$$

F - frecuencia en ciclos por segundo (c/s)
p - núm. de pares de polos
n - núm. de r.p.m.

Fuerza electromotriz generada por fase

$$E = \frac{4,44 \cdot \phi \cdot N}{10^8}$$

E - fuerza electromotriz
 ϕ - flujo polar
N - núm. de espiras en serie por bobinado

Rendimiento de un alternador

$$\eta = \frac{\sqrt{3} \cdot E \cdot I \cdot \cos \varphi}{\sqrt{3} \cdot E \cdot I \cdot \cos \varphi + P_c + P_h}$$

E - tensión producida por el alternador
I - intensidad
 $\cos \varphi$ - factor de potencia
 P_c - pérdidas por calor en W
 P_h - pérdidas en el hierro en W

Fuerza de atracción de un electroimán (F)

$$F = \frac{\beta^2 \cdot S}{8 \cdot \pi \cdot 981.000} \text{ en Kg}$$

$$8 \cdot \pi \cdot 981.000 = 24.655.217$$

En la práctica se toma 5.000², quedando la fórmula como sigue:

$$F = \frac{\beta^2 \cdot S}{5.000^2} \text{ en Kg}$$

F - fuerza en Kg
 β - inducción en gauss
S - sección en cm.

Deslizamiento para motores de c.a.

Se entiende por deslizamiento la diferencia entre la velocidad de sincronismo o velocidad de campo del estator y la velocidad dada por el rotor, expresado en tanto por ciento.

$$d = \frac{(n_s - n) \cdot 100}{n_s}$$

d - deslizamiento en %
 n_s - velocidad de sincronismo
n - velocidad del rotor

Velocidad para un motor de c.c.

$$n = \frac{E_c \cdot 10^8 \cdot p_1}{\phi \cdot N \cdot 2p}$$

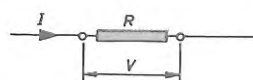
n - velocidad en r.p.m.
 E_c - fuerza contraelectromotriz inducida
 p_1 - núm. de circuitos en paralelo entre los bornes
 ϕ - flujo por polo
N - núm. de conductores del inducido
2p - núm. de polos del inducido

Valores conocidos son p_1 , N y P, por lo que se puede establecer la siguiente constante: $K = \frac{p_1 \cdot 10^8}{N \cdot P}$

CONSUMO DE LOS APARATOS ELECTRODOMESTICOS

APARATOS	Potencias W
Lavaplatos	3.500
Cocinas eléctricas	240 - 4.000
Frigoríficos	150 - 250
Lavadoras	2.000 - 4.000
Televisor	180
Plancha ligera	500 - 1.200
Plancha vapor	800 - 1.200
Asador	700
Secador de pelo	350
Estufa eléctrica	500 - 2.500
Ventilador	200 - 2.000
Aspirador	250 - 600
Enceradora	600
Batidora	400

CALCULO DE LA RESISTENCIA



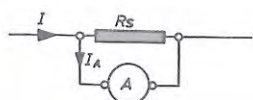
a) En función de la tensión (V) e intensidad (I)

$$R = \frac{V}{I} \text{ en ohmios}$$

b) En función del material (ρ)

$$R = \rho \frac{L}{S} \text{ en ohmios}$$

RESISTENCIA SHUNT



Poder multiplicador (m)

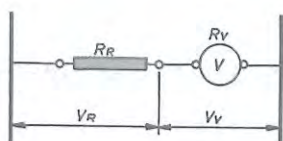
$$m = \frac{I}{I_A}$$

$$\frac{I_S}{I_A} = \frac{R_A}{R_S}; \quad \frac{I_S + R_A}{I_A} = \frac{R_S + R_A}{R_S}$$

Valor de la resistencia (R_S)

$$R_S = \frac{R_A}{m - 1}$$

RESISTENCIA REDUCTORA



Poder multiplicador

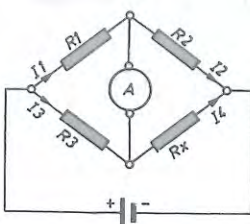
$$m = \frac{V}{V_V}$$

$$\frac{V_R}{V_V} = \frac{R_R}{R_V}; \quad \frac{V_V + V_R}{V_V} = \frac{R_V + R_R}{R_V}$$

Valor de la resistencia (R_R)

$$R_R = R_V (m - 1)$$

PUENTE WHEATSTONE

Valores conocidos: R₁, R₂ y R₃Valor a determinar: R_x

Se iniciará el cálculo de la resistencia R_x, cuando por A (amperímetro) no circule intensidad, reglando adecuadamente las resistencias R₁, R₂ y R₃

$$I_1 = I_2; \quad I_3 = I_4$$

$$R_1 \cdot I_2 = R_3 \cdot I_3$$

$$R_2 \cdot I_2 = R_4 \cdot I_4$$

$$\frac{R_1 \cdot I_1}{R_2 \cdot I_2} = \frac{R_3 \cdot I_3}{R_4 \cdot I_4}$$

$$R_x = \frac{R_3 \cdot R_2}{R_1}$$

Designación de los bornes en máquinas y aparatos eléctricos:
En corriente continua. En corriente alterna

EN CORRIENTE CONTINUA

Línea

- + Polo positivo
- Polo negativo

Dinamos y motores

- A - B Bobinado inducido
- C - D Bobinado inductor derivación
- E - F Bobinado inductor serie
- G - H Polos auxiliares o de conmutación
- J - K Bobinado inductor independiente

Al borne A le corresponde el polo positivo (+) de la línea y a B el negativo (-)

Reóstato de regulación para dinamos

- t Borne unido al inducido A
- s Borne unido al inductor derivación D
- q Borne que cortocircuita unido a s, D

Reóstato de arranque para dinamos

- L Borne unido a la línea (+)
- M Borne unido al inductor derivación C
- R Borne unido al inducido A

EN CORRIENTE ALTERNA

Línea

- R I L₁ 1ª fase
- S II L₂ 2ª fase, a 120° de la anterior
- T III L₃ 3ª fase, a 120° de la anterior
- O O N Neutro

Motores monofásicos

- L1 - L3 Línea
- U - V Bobinado principal
- W - Z Bobinado auxiliar

Motores trifásicos con rotor en C/C

- U - V - W Principios de bobina o fase
- X - Y - Z Finales de fase

Motores con rotor bobinado (bobinado rotórico)

- K - L - M Salidas bobinado rotórico

Resistencias de arranque para motores III

- U1 - V1 - W1 En resistencias con tres bornes
- U1 - V1 - W1 En resistencias con seis bornes
- U2 - V2 - W2

Transformadores

- L1 - L2 - L3 Línea
- U - V - W Bornes de alta tensión
- u - v - w bornes de baja tensión

GENERALIDADES

Conductores de 1ª clase - Aquellos que al ser recorridos por la corriente eléctrica, no sufren ninguna transformación en sus características.

Conductores de 2ª clase - Aquellos que al ser recorridos por la corriente eléctrica, sufren alguna modificación en su constitución. A este segundo grupo pertenecen los electrolitos.

Equivalente electroquímico - Se designa como equivalente electroquímico a la cantidad de producto en miligramos depositado, al ser atravesado el electrolito por una corriente de un amperio durante un segundo.

Tabla de equivalentes electroquímicos

Sustancia	Equivalente electroquímico en mg.	Sustancia	Equivalente electroquímico en mg.
Plata	1,118	Cobre	0,329
Plomo	1,071	Níquel	0,305
Oro	0,681	Hierro	0,290
Estaño	0,635	Sodio	0,238
Cadmio	0,580	Cromo	0,681
Platino	0,504	Magnesio	0,126
Cloro	0,367	Aluminio	0,093
Zinc	0,338	Hidrógeno	0,010

PESO DE METAL DEPOSITADO EN PROCESO DE ELECTROLISIS (Pe)

$$P_e = e \cdot I \cdot t$$

P_e - peso en miligramos
 e - equivalente electroquímico
 I - intensidad
 t - tiempo en segundos

RESISTENCIA DEL ELECTROLITO (r)

$$r = \rho \frac{L}{S}$$

r - resistencia en ohmios
 ρ - coeficiente del electrolito
 L - longitud de circuito en metros
 S - sección en mm²

La resistencia del electrolito se reduce al aumentar su temperatura, debido a que los iones se trasladan con más facilidad en un electrolito caliente.

ACUMULADORES

GENERALIDADES

El acumulador es una pila reversible. Se cargan y se descargan para volver a cargar.

Los acumuladores más utilizados son los de plomo. Sus partes principales son: recipiente, electrolito y electrodos.

Electrolito - $\text{SO}_4 \text{H}_2 + \text{H}_2 \text{O}$
 Electrodos - Placas de plomo (Pb)

Carga del acumulador. Al pasar la corriente por el electrolito, se descompone el agua quedando los electrodos como se indica a continuación:

Polo (+) - PbO_2
 Polo (-) - Pb
 Electrolito - Alto en $\text{SO}_4 \text{H}_2$

Descarga del acumulador

Polo (+) - $\text{SO}_4 \text{Pb}$
 Polo (-) - $\text{SO}_4 \text{Pb}$
 Electrolito - Pobre en $\text{SO}_4 \text{H}_2$

Tensión por elemento - Entre 2,45 y 2,52 V en batería cargada
 Entre 1,6 y 2 V con batería descargada

Tensión en bornes - $V_b = E - r \cdot I$

Caída de tensión - $V_c = r \cdot I$

Valor de la resistencia - En pequeños elementos varía entre 0,1 y 0,2 ohmios
 En grandes acumuladores se reduce hasta 0,001 ohmios

Capacidad de carga - $Q = I \cdot t$ en Amp/hora

Fórmulas para el cálculo de una batería de acumuladores

Capacidad de la batería (Q)

$$Q = I_d \cdot t_d$$

Q - capacidad en amperios/hora
 I_d - intensidad de descarga
 t_d - tiempo de descarga

Número de acumuladores de la batería (N_a)

$$N_a = \frac{V_b}{1,8}$$

V_b - tensión en bornes
 1,8 - tensión mínima del acumulador descargado

Número de acumuladores en servicio (N_s)

$$N_s = \frac{V_b}{2,1}$$

2,1 - tensión mínima del acumulador cargado

Número de acumuladores en reserva (N_r)

$$N_r = N_a - N_s$$

Datos a tener en cuenta

Polaridad:

Polo (+) - color rojo
 Polo (-) - color negro

Electrolito:

$\text{SO}_4 \text{H}_2 + \text{H}_2 \text{O}$ en proporción 1 a 1,5 litros

Densidad del electrolito:

1,17 descargada
 1,22 semicargada
 1,26 a 1,28 cargada (29,7 a 31,5 grados Beaumé)

INTENSIDADES APROXIMADAS DE PROTECCION Y DE FUSION DE HILOS PARA FUSIBLES

Diámetro fusible mm	Plomo-estaño		Aluminio		Plata		Cobre	
	I protección Amp.	I fusión Amp.	I protección Amp.	I fusión Amp.	I protección Amp.	I fusión Amp.	I protección Amp.	I fusión Amp.
0,2	0,78	0,98	2,75	3,45	3,15	3,95	5,70	7,15
0,3	1,45	1,80	5,05	6,30	5,75	7,20	10,50	13,15
0,4	2,25	2,80	7,80	9,80	8,95	11,20	16,35	20,45
0,5	3,10	3,85	10,75	13,45	12,30	15,40	22,50	28,10
0,6	4,00	5,00	14,00	17,50	16,00	20,00	29,20	36,50
0,7	5,10	6,40	17,90	22,40	20,50	25,60	37,35	46,70
0,8	6,30	7,90	22,10	27,65	25,30	31,60	46,10	57,60
0,9	7,50	9,35	26,20	32,75	29,95	37,40	54,60	68,25
1,0	8,80	11,00	30,80	38,50	35,20	44,00	64,25	80,30
1,1	10,15	12,70	35,55	44,45	40,65	50,80	74,15	92,70
1,2	11,50	14,45	40,50	50,60	46,25	57,80	84,40	105,50
1,3	13,05	16,30	45,60	57,05	52,15	65,20	95,20	119,00
1,4	14,55	18,20	50,95	63,70	58,25	72,80	106,30	132,85
1,5	16,15	20,20	56,55	70,70	64,65	80,80	117,95	147,45
1,8	21,25	26,60	74,50	93,10	85,10	106,40	155,30	194,15
2,0	24,85	31,10	87,10	108,85	99,50	124,40	181,60	227,00
2,2	28,15	35,20	98,55	123,20	112,60	140,80	205,60	257,00
2,5	34,30	42,90	120,10	150,15	137,35	171,60	250,50	313,15
3,0	45,65	57,10	159,90	199,85	182,70	228,40	333,50	416,80

Las intensidades reseñadas en la tabla, corresponden a hilos fusibles de una longitud que varía de 60 a 120 mm entre los apoyos.

Si la distancia entre apoyos es de 10 mm, la intensidad de fusión es un 75% mayor que la indicada en la tabla.

Si la distancia entre apoyos varía entre 10 y 60 mm, los valores de fusión se calcularán por comparación de valores con los dados en la tabla.

CALCULO DE FUSIBLES

Diámetro del hilo de un fusible

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

d - diámetro del hilo en mm
a - coeficiente propio del material
I - intensidad en amperios

Coeficiente (a) para:

Cobre	0,0538
Plata	0,0652
Plomo	0,2046
Aleación plomo-estaño	0,2112

Intensidad a que se fundirá un hilo fusible

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

I - Intensidad en amperios
d - diámetro del fusible en mm
b - coeficiente (en tablas)

Coeficiente (b) para:

Cobre	80
Plata	60
Plomo	10,8
Aleación plomo-estaño	10,3

INTENSIDADES ABSORBIDAS POR MOTORES TRIFASICOS A 1500 r.p.m.

Potencia nominal del motor		Intensidad nominal			Potencia nominal del motor		Intensidad nominal a:		
		220 V	380 V	500 V			220 V	380 V	500 V
KW	CV	Amp.	Amp.	Amp.	KW	CV	Amp.	Amp.	Amp.
0,125	0,17	0,69	0,4	0,30	15	20,4	53	31	23
0,180	0,245	0,95	0,55	0,42	22	30	76	44	33
0,250	0,33	1,28	0,74	0,56	30	41	100	59	45
0,370	0,50	1,82	1,05	0,80	38	52	130	74	56
0,55	0,75	2,6	1,48	1,13	50	68	165	95	72
0,80	1,09	3,6	2,1	1,58	63	86	200	120	89
1,10	1,50	4,7	2,7	2,10	80	109	255	150	110
1,50	2,04	6,2	3,6	2,70	100	136	325	190	140
2,2	3	8,7	5	3,8	110	150	355	205	160
3	4,1	11,6	6,7	5,1	125	170	405	230	180
4	5,4	15,1	8,7	6,6	140	190	450	260	200
5,5	7,5	21	12	9,1	160	218	515	300	230
7,5	10,2	28	16	12,2	180	245	580	340	255
11	15	40	23	17,5	200	270	650	375	285

FUSIBLES PARA MOTORES TRIFASICOS

Intensidad nominal del fusible	Potencias nominales máximas para motor con rotor en c/c y arranque directo (1)			Potencias nominales máximas para motor con rotor en c/c con arranque en λ - Δ y con rotor bobinado (2)		
	220 V	380 V	500 V	220 V	380 V	500 V
A	KW	KW	KW	KW	KW	KW
2	0,25	0,45	0,6	0,43	0,75	1
4	0,55	1	1,3	1	1,7	2,2
6	1,05	1,8	2,7	1,55	2,7	3,6
10	1,9	3,3	4,3	2,6	4,5	6
16	2,6	4,5	6	4	7	9,2
20	3,5	6	8	5,5	9,5	12,5
25	5,2	9	12	7	12	16
36	7,2	12,5	17	10	17,5	23
50	10	17	22	14,5	25	33
63	13,3	23	30	18	31	41
80	17	30	40	24	41	54
100	23	40	53	31	53	70
125	32	55	72	39	67	88
160	40	70	92	49	85	112
200	52	90	120	62	107	141
224	66	115	152	71	122	160
250	81	140	185	81	140	185
300	93	160	210	93	160	210
355	107	185		107	185	
425	132	225		132	225	
500	155			155		
600	186			186		

(1) $I_a = 6 I_n$

(2) $I_a = 2 I_n$

$t \leq (5s)^2$

$t \leq (15s)^2$

I_a - Intensidad absorbida en el arranque

I_n - Intensidad nominal

t - Tiempo para fundirse el fusible

s - segundo

VALORES PARA SECCION DE CONDUCTORES Y FUSIBLES EN MOTORES TRIFASICOS

Potencia		220 V			380 V		
CV	KW	Intensidad por fase (aproxim.)	Sección en mm ²	Corriente nominal fusib. Amp.	Intensidad por fase (aproxim.)	Sección en mm ²	Corriente nominal fusib. Amp.
0,33	0,25	1,4	3 x 1	3	0,85	3 x 1	2
0,6	0,45	2,25	3 x 1,5	3	1,3	3 x 1	3
1	0,75	3,5	3 x 2,5	6	2	3 x 1,5	3
1,5	1,1	5	3 x 2,5	8	3	3 x 2,5	6
2	1,5	6,5	3 x 2,5	8	4	3 x 2,5	6
3	2,2	9	3 x 2,5	15	5	3 x 2,5	8
5	3,7	15	3 x 4	20	9	3 x 2,5	15
7,5	5,5	22	3 x 6	30	13	3 x 4	20
10	7,5	26	3 x 10	35	15	3 x 4	20
15	11	39	3 x 16	50	23	3 x 10	30
20	15	53	3 x 25	70	31	3 x 10	40
25	18,5	62	3 x 25	80	36	3 x 16	45
30	22	75	3 x 35	100	44	3 x 16	60
40	29,5	105	3 x 50	175	64	3 x 26	80
50	37	125	3 x 50	175	73	3 x 35	100
60	44,2	150	3 x 95	250	87	3 x 50	110
75	55,2	185	3 x 95	250	108	3 x 95	175

Las secciones de los conductores aquí reseñados son para derivaciones cortas.

VALORES DE POTENCIAS, INTENSIDADES Y FUSIBLES PARA MOTORES TRIFASICOS A 220 V Y 1.500 r.p.m. EN ARRANQUE DIRECTO Y ESTRELLA-TRIANGULO (λ-Δ)

Potencia del motor		Factor de potencia cos φ	Rendimiento	Intensidad Amp.	Fusibles para arranque			
					DIRECTO		λ - Δ	
					Rápido	Lento	Rápido	Lento
CV	KW			Amp.	Amp.	Amp.	Amp.	
0,17	0,125	0,70	69,5	0,68	4	4	—	—
0,27	0,20	0,73	72,5	1	4	4	—	—
0,47	0,33	0,76	74,5	1,5	6	4	—	—
0,70	0,5	0,79	76,5	2,2	10	4	6	4
1,10	0,8	0,80	79,5	3,3	10	6	10	4
1,50	1,1	0,80	79,5	4,3	15	6	10	6
2	1,5	0,82	80,5	6,2	20	10	10	6
3	2,2	0,82	81,5	8,75	25	15	15	10
4	3	0,83	82	11,6	35	20	15	15
5,5	4	0,84	83,5	15	35	25	25	20
6,5	4,8	0,84	84	17,8	50	35	25	25
7,5	5,5	0,84	84,5	20,5	50	35	25	25
8,5	6,25	0,84	85	27,2	60	35	35	30
10	7,5	0,84	85	27,2	60	35	35	35
15	11	0,84	87	38,4	80	60	50	50
20	15	0,845	88	50,5	100	80	60	60
25	18,5	0,85	88	62	125	100	80	80
30	22	0,85	88,5	74,5	125	100	80	80
35	25,8	0,85	88,5	89,5	160	100	100	100
41	30	0,85	88,5	107	160	100	100	100
46	34	0,85	89	120	200	125	125	125
50	37	0,86	89	129	200	160	160	160
54	40	0,86	89	138	200	160	160	160
60	44,5	0,865	89	154	200	160	160	160

REGULACION DE RELES TERMICOS DE PROTECCION PARA MOTORES TRIFASICOS

Potencia útil		220 V			380 V		
CV	KW	Intensidad Amp.	Regulación		Intensidad Amp.	Regulación	
			Mín	Máx.		Mín.	Máx.
0,5	0,37	1,74	1,7	2,4	1,10	1,2	1,7
0,75	0,55	2,48	2,4	3,5	1,44	1,2	1,7
1	0,74	3,10	2,4	3,5	1,79	1,7	2,4
1,5	1,10	4,47	3,5	5,2	2,59	2,4	3,5
2	1,47	5,74	5,2	7,5	3,32	3,5	5,2
2,5	1,84	7,17	7,5	11	4,15	3,5	5,2
3	2,21	8,52	7,5	11	4,93	5,2	7,5
4	2,95	11,1	11	16	6,40	5,2	7,5
5	3,68	13,4	11	16	7,80	7,5	11
6	4,42	15,5	12,5	20	9,00	7,5	11
7	5,15	18,2	17	26	10,5	11	16
8	5,89	20,4	17	26	11,8	11	16
9	6,62	23,0	23	35	13,3	11	16
10	7,40	25,3	23	35	14,6	12,5	20
11	8,10	27,8	23	35	16,1	12,5	20
12	8,83	30,3	30	48	17,5	17	26
13	9,57	32,8	30	48	19,0	17	26
14	10,3	35,4	30	48	20,5	17	26
15	11,0	37,4	30	48	21,7	17	26
16	11,8	40,0	30	48	23,2	23	35
17	12,5	42,5	43	65	24,6	23	35
18	13,2	44,5	43	65	25,8	23	35
19	14,0	46,9	43	65	27,2	23	35
20	14,7	49,4	43	65	28,6	23	35
21	15,5	51,2	43	65	29,7	23	35
22	16,2	53,6	43	65	31,1	30	48
23	16,9	56,1	56	90	32,5	30	48
24	17,7	58,5	56	90	33,9	30	48
25	18,4	61,0	56	90	35,3	30	48
30	22,1	72,4	56	90	41,9	30	48
40	29,5	96,6	80	135	55,9	43	65
50	36,8	118	80	135	68,3	56	90
60	44,2	139	110	170	80,2	80	135
70	51,5	162	160	250	93,5	80	135
80	58,9	184	160	250	107	80	135
90	66,2	208	160	250	120	110	170
100	73,6	226	160	250	131	110	170
125	92	279	250	400	162	160	250
150	110	335	250	400	194	160	250
200	147	446	400	650	259	250	400

CAIDA DE TENSION (V_c)

Se llama caída de tensión a la pérdida de d.d.p. entre dos puntos de un circuito, como puede ser por ejemplo entre acometida y receptor.

$$V_c = V_1 - V_2$$

V_1 - tensión en la acometida

V_2 - tensión en el receptor (utilización)

PORCENTAJE DE CAIDA DE TENSION (%)

$$\% = \frac{100 \cdot V_c}{V_1}$$

DENSIDAD ELECTRICA (d)

Corresponde al número de amperios que circulan por mm^2 de sección, en un conductor

$$d = \frac{I}{S} \text{ en Amp/mm}^2$$

I - intensidad en Amperios (A)

S - sección en mm^2

CALCULO DE SECCIONES EN CONDUCTORES CILINDRICOS (S)

$$S = \pi \cdot r^2; \quad S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}; \quad \frac{\pi}{4} = 0,785; \quad S = 0,785 d^2$$

VOLUMEN DE UN CONDUCTOR (V)

$$V = S \cdot L; \quad V = \frac{S \cdot L}{1.000} \text{ en dm}^3$$

S - sección en mm^2

L - longitud en metros

PESO DE UN CONDUCTOR (P)

$$P = V \cdot d; \quad P = \frac{S \cdot L \cdot d}{1.000} \text{ en kg}$$

S - sección en mm^2

L - longitud en metros

d - densidad en Kg/dm^3

CAIDAS DE TENSION AUTORIZADAS

En líneas de alumbrado

La caída de tensión entre las cajas generales de protección hasta contadores, no será superior al 1,5 % y desde contadores a receptores no superará el 1,5 %

En líneas para motores III

La caída de tensión entre la acometida privada y cualquier receptor, no superará al 5 %

TENSIONES NORMALIZADAS

	En c.a. ≤ 50 V	En c.c. ≤ 75 V
Pequeña tensión	50 V a 500 V	75 V a 750 V
Tensión usual	500 V a 1000 V	750 V a 1500 V
Tensión especial		

Continua

Monofásica

Trifásica

V

110

220

V

110

220

V

127 entre fase y neutro

220 entre fase y neutro

220 entre fases

380 entre fases

440 entre fases

Las tensiones de 1.000 V para c.a. y 1.500 para c.c. hacia abajo se consideran de baja tensión.

Tensiones nominales de las líneas de alta tensión

Categoría de la línea	Tensión nominal en KV	Tensión más elevada en KV
3ª	3	3,6
	6	7,2
	10	12
	15	17,5
2ª	20	24
	30	36
	45	52
	66	72,5
1ª	132	145
	220	245
	380	420

SECCION MINIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO

En líneas monofásicas o de c.c.

La sección del neutro será igual a la del conductor fase o polar

En líneas a tres hilos

Para líneas de cobre de hasta 10 mm^2 y de 16 mm^2 para líneas de aluminio, la sección del neutro será igual a la de la fase.

Para secciones superiores, la mitad de su sección, sin ser en ningún caso inferior a 10 mm^2 para conductores de cobre y 16 mm^2 para conductores de aluminio.

En distribuciones III

En líneas de fase y neutro

Igual a la del conductor fase

En línea de dos fases y neutro

Igual a la de los conductores fase

En línea de tres fases y neutro

Hasta 10 mm^2 para líneas de cobre y 16 mm^2 para las de aluminio, igual a la sección del conductor.

Para secciones superiores, la mitad de su sección, sin ser en ningún caso inferior a 10 mm^2 para conductores de cobre y 16 mm^2 para conductores de aluminio.

Intensidad máxima en Amperios, para cables concéntricos con conductores de cobre y aislamiento PVC.

Sección nominal en mm^2	Cable al aire	Cable bajo tubo
1,5	17	14
2,5	23	19
4	31	25
6	40	32
10	55	44

Densidad de corriente en A/mm² para conductores desnudos al aire.

Sección nominal en mm ²	Densidad de corriente en A/mm ²	
	Cobre	Aluminio
6	9,00	—
10	8,75	—
16	7,60	6,00
25	6,35	5,00
35	5,75	4,55
50	5,10	4,00
70	4,50	3,55
95	4,05	3,20
125	3,70	2,90
160	3,40	2,70
200	3,20	2,50
250	2,90	2,30
300	2,75	2,15
400	2,50	1,95
500	2,30	1,80
600	2,10	1,65

Densidad máxima de corriente en A/mm² para conductores de cobre con aislamiento de goma o plástico.

Sección nominal en mm ²	Conductores aislados en A/mm ²	Sección nominal en mm ²	Conductores aislados en A/mm ²
0,75	6	50	2,2
1	6	70	1,9
1,50	5,6	95	1,6
2,50	5,1	100	1,5
4	4,6	120	1,4
6	4,2	150	1,3
10	3,8	200	1,27
16	3,4	300	1,2
25	2,8	400	1,1
35	2,4	500	1

Intensidad máxima admisible en A, para cables rígidos con conductores de cobre, aislados con goma butílica, etileno-propileno o polietileno reticulado.

Servicio permanente a temperatura ambiente igual a 40°C

Sección nominal en mm ²	Tipo de instalación			
	Al aire o directamente empotrados		Bajo tubo o conducto	
	Un bipolar dos unipolares agrupados	Un tripolar tres unipolares agrupados	Un bipolar dos unipolares agrupados	Un tripolar tres unipolares agrupados
1	17	15	15	13
1,5	22	20	20	18
2,5	30	27	27	23
4	40	36	36	31
6	52	47	47	41
10	72	64	64	57
16	96	86	86	76
25	128	114	114	101
35	157	141	141	124
50	191	171	171	151
70	243	218	218	192
95	294	264	264	232

Peso y resistencia de conductores de cobre y aluminio

Sección nominal	COBRE		ALUMINIO	
	Peso aproximado en Kg/Km	Resistencia a 20°C Ω/Km	Peso aproxima. en Kg/Km	Resistencia a 20°C Ω/Km
0,5	4,5	34,4		
0,75	7	23,8		
1	9	17,2		
1,5	13,5	11,9		
2,5	22,5	7,14		
4	36	4,47		
6	54	3,02		
10	90	1,79		
16	144	1,13	44	1,87
25	225	0,712	68	1,18
35	315	0,514	95	0,851
50	450	0,379	136	0,628
70	630	0,262	189	0,435
95	855	0,189	257	0,313
120	1080	0,150	324	0,248
150	1350	0,122	405	0,202
185	1665	0,0972	496	0,161
240	2160	0,0740	648	0,122
300	2700	0,0590	810	0,0976
400	3600	0,0461	1080	0,0763
500	4500	0,0366	1350	0,0605
630	5670	0,0283	1701	0,0469
800	7200	0,0231	2160	0,0381
1000	9000	0,0183	2700	0,0302

(1) Secciones normalizadas, según normas CEI-287

Hasta 16 mm² de sección se fabrican conductores de un solo hilo

Características principales del cobre

- Densidad: 8,89 Kg/dm³
- Resistividad: 0,017241 Ω m/mm² a 20°C
- Incremento de la resistencia con la temperatura: 0,00393

Características principales del aluminio

- Densidad: 2,5 a 2,7 Kg/dm³
- Resistividad: 0,0284 Ω m/mm² a 20°C
- Incremento de la resistencia con la temperatura: 0,00393

RELACION ENTRE SECCIONES DE COBRE Y ALUMINIO EN FUNCION DE LA RESISTENCIA

Sección conductor de cobre (Scu)

$$Scu = \frac{Sal}{1,647}$$

Sección conductor de aluminio (Sal)

$$Sal = \frac{Scu}{0,607}$$

INTENSIDADES MAXIMAS EN CABLES SUBTERRANEOS

Para tensiones inferiores a 1.000 V

Sección en mm ²	Intensidad máxima por conductor, en régimen permanente, en Amperios			
	1 conductor en c.c.	2 conductores	3 conductores	3 + neutro conductores
2,5	40	30	25	24
4	55	42	36	35
6	70	55	48	47
10	95	73	65	63
16	130	97	87	85
25	170	125	110	108
35	210	152	133	130
50	260	188	166	162
70	320	232	205	200
95	385	275	250	243
120	450	320	290	282
150	510	360	330	323
185	575	406	372	360
240	670	474	425	405
300	760	555	475	450
400	910	643	570	—
500	1035	735	—	—
625	1190	—	—	—
800	1380	—	—	—
1000	1585	—	—	—

Para cables trifásicos de alta tensión

	Intensidades máximas por conductor, en régimen permanente, en Amperios							
	3.000 V	6.000 V	12.000 V	20.000 V	25.000 V	40.000 V	50.000 V	60.000 V
2,5	23	—	—	—	—	—	—	—
4	34	32	—	—	—	—	—	—
6	44	40	—	—	—	—	—	—
10	61	55	—	—	—	—	—	—
16	81	75	70	—	—	—	—	—
25	104	98	92	—	100	—	—	—
50	156	121	113	110	123	—	—	—
50	156	150	140	137	153	150	—	—
70	193	185	173	169	190	187	184	—
95	232	222	210	206	232	228	225	—
120	270	258	244	240	270	265	260	—
150	313	295	280	275	307	301	294	220
185	252	332	312	308	343	332	—	225
240	405	385	353	348	385	—	—	284
300	460	440	—	—	—	—	—	—

SECCION Y PESO DE CONDUCTORES DE COBRE

Diámetro	Sección	Peso mg	Diámetro	Sección	Peso mg
0,01	0,0001	0,001	1,65	2,147	19,11
0,02	0,0003	0,003	1,70	2,270	20,20
0,03	0,0007	0,006	1,75	2,404	21,36
0,04	0,0012	0,012	1,80	2,545	22,65
0,05	0,0020	0,017	1,85	2,685	23,25
0,06	0,0023	0,022	1,90	2,835	25,24
0,07	0,0038	0,034	1,95	2,985	26,52
0,08	0,0050	0,047	2,00	3,142	27,96
0,09	0,0064	0,057	2,20	3,800	33,82
0,10	0,0079	0,070	2,50	4,909	43,69
0,15	0,0170	0,157	2,70	5,726	50,96
0,20	0,0314	0,280	3,00	7,079	62,92
0,25	0,0491	0,436	3,20	8,042	71,61
0,30	0,0707	0,629	3,50	9,621	85,64
0,35	0,0962	0,851	3,70	10,752	95,71
0,40	0,1140	1,118	4,00	12,570	111,90
0,45	0,1590	1,410	4,20	13,850	123,30
0,50	0,1963	1,748	4,50	15,900	141,50
0,55	0,2370	2,100	4,70	17,350	154,40
0,60	0,2830	2,216	5,00	19,640	174,80
0,65	0,3320	2,950	5,20	21,240	189,12
0,70	0,3848	3,426	5,50	23,760	211,50
0,75	0,4420	3,920	5,70	25,520	227,10
0,80	0,5027	4,474	6,00	28,270	251,60
0,85	0,5670	5,040	6,20	30,190	268,70
0,90	0,6362	5,660	6,50	33,180	295,40
0,95	0,7085	6,310	6,70	35,260	313,80
1,00	0,7850	7,000	7,00	38,490	342,50
1,05	0,8660	7,700	7,20	40,720	362,40
1,10	0,9500	8,440	7,50	44,180	393,20
1,15	1,0400	9,230	7,70	46,570	414,50
1,20	1,1310	10,050	8,00	50,300	447,40
1,25	1,2270	10,910	8,20	52,810	470,00
1,30	1,3270	11,800	8,50	56,750	505,80
1,35	1,4310	12,700	8,70	59,450	529,10
1,40	1,5400	13,700	9,00	63,610	556,20
1,45	1,6510	14,700	9,20	66,480	591,60
1,50	1,7670	15,700	9,50	70,890	630,80
1,55	1,8840	16,730	9,70	73,910	657,70
1,60	2,0196	17,900	10,00	78,530	698,65

CONDUCTORES ELECTRICOS

FORMACION DE CUERDAS CON HILOS DE IGUAL DIAMETRO

Normal:

Núm. de capas (c)	Núm. de hilos (N)	
2	1 + 6 = 7	
3	1 + 6 + 12 = 19	
4	1 + 6 + 12 + 18 = 37	
5	1 + 6 + 12 + 18 + 24 = 61	
6	1 + 6 + 12 + 18 + 24 + 30 = 91	
7	1 + 6 + 12 + 18 + 24 + 30 + 36 = 127	

$$N = 3c(c + 1) + 1$$

Otra forma:

Núm. de capas (c)	Núm. de hilos (N)	
1	3	
2	3 + 9 = 12	
3	3 + 9 + 15 = 27	
4	3 + 9 + 15 + 21 = 48	
5	3 + 9 + 15 + 21 + 27 = 75	
6	3 + 9 + 15 + 21 + 27 + 33 = 108	
7	3 + 9 + 15 + 21 + 27 + 33 + 39 = 147	

$$N = 3c^2$$

VALORES APROXIMADOS DE:

Radio del círculo circunscrito a 3 conductores circulares (R)

$$R = 2,16 \cdot r \quad r - \text{radio de uno de los conductores}$$

Radio aproximado de una cuerda de sección (S)

$$r = 0,65 \cdot \sqrt{S}$$

Diámetro de una cuerda

$$D = d(2 \cdot c + 1) \text{ para núcleo monofilar (1)}$$

$$D = d(2 \cdot c + 2,155) \text{ para núcleo trifilar (3)}$$

D - diámetro de la cuerda
d - diámetro de los alambres

INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES AISLADOS QUE ESTEN TRENZADOS EN HAZ Y DE SERVICIO PERMANENTE

Sección nominal en mm ²	Conductor de cobre		Conductor de aluminio	
	Tipo de aislamiento			
	PV	PR ó PC	PV	PR ó PC
4	36	41	—	—
6	47	52	—	—
10	64	72	50	56
16	86	95	67	75
25	115	130	89	100
35	140	155	110	120
50	170	190	135	150
70	220	245	170	190
95	265	295	205	230
120	—	—	240	265
150	—	—	275	305

P.V. - Policloruro de vinilo
P.R. - Polietileno reticulado
P.C. - Polietileno clorosulfonado

INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES CONCENTRICOS CON CONDUCTORES DE COBRE Y AISLAMIENTO DE PVC

Sección nominal mm ²	Cable al aire	Cable bajo tubo
	Amperios	Amperios
1,5	17	14
2,5	23	19
4	31	25
6	40	32
10	55	44

CALCULO DE SECCION PARA CONDUCTORES EN DERIVACIONES CORTAS

EN CORRIENTE CONTINUA

$$S = \frac{\rho \cdot 2 \cdot L \cdot I}{V_c}$$

S - sección del conductor en mm²
L - longitud de la línea en metros
I - intensidad en Amperios
 ρ - coeficiente de resistividad del conductor en $\Omega \cdot \text{m/mm}^2$
 V_c - caída de tensión

EN CORRIENTE ALTERNA

Circuitos monofásicos no inductivos (óhmicos)

$$S = \frac{\rho \cdot 2 \cdot L \cdot I}{V_c}$$

CIRCUITOS MONOFASICOS INDUCTIVOS

$$S = \frac{\rho \cdot 2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{V_c}$$

PARA CIRCUITOS III NO INDUCTIVOS

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I}{V_c}$$

PARA CIRCUITOS III INDUCTIVOS

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{V_c}$$

PERDIDA DE POTENCIA POR EFECTO JOULE

$$P_p = n \cdot R \cdot I^2 = n \cdot \frac{L \cdot \rho}{S} \cdot I^2 \text{ en vatios}$$

P_p - pérdida de potencia en vatios
n - 2 ó 3 según se trate de líneas monofásicas o trifásicas
R - resistencia del conductor
I - intensidad que circula por el conductor
 ρ - coeficiente de resistividad
S - sección del conductor

LINEAS DE TENSION

PERDIDA DE TENSION EN LINEAS TRIFASICAS

$$V_c = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cos \varphi + \omega \cdot L \cdot \sin \varphi)$$

- V_c - caída de tensión en voltios
 I - intensidad que circula por el conductor
 R - resistencia en ohmios
 S - ángulo de desfase entre tensión e intensidad
 ω - $2 \cdot \pi \cdot F$
 L - autoinducción en henrios x Km.

PERDIDA DE POTENCIA EN UNA LINEA TRIFASICA

$$P_p = 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot L$$

- P_p - potencia perdida en vatios
 I - intensidad que circula por la línea
 R - resistencia kilométrica en ohmios
 L - longitud de la línea en Km.

CAPACIDAD APARENTE ENTRE UN CONDUCTOR DE UNA LINEA DE CORRIENTE ALTERNA Y EL NEUTRO

$$C = \frac{0,0241}{\log \left(\frac{s}{d} + \frac{\sqrt{s^2 - d^2}}{d} \right)} \text{ en } \mu\text{f/Km}$$

o también (aproximadamente)

$$C = \frac{0,0241}{\log \left(\frac{2s}{d} - \frac{d}{2s} \right)} \text{ en } \mu\text{f/Km}$$

- d - diámetro del conductor
 s - distancia media geométrica entre conductores. Con la misma unidad que d
 Para líneas monofásicas, s es la distancia axial entre conductores

Para líneas trifásicas: $s = \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}$

a, b, c - distancias axiales entre cada dos conductores

MARCAS DE COLOR PARA CONDUCTORES DESNUDOS EN INSTALACIONES DE DISTRIBUCION DE CORRIENTE INDUSTRIAL

En corriente continua (c.c.)

- Positivo - Rojo
 Negativo - Azul ultramar

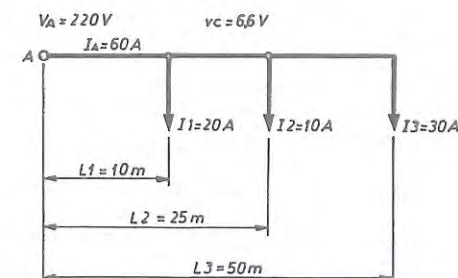
En corriente alterna (c.a.)

- 1ª fase - R, amarillo
 2ª fase - S, verde hoja
 3ª fase - T, violeta

Para conductores puestos a tierra positivos y negativos de c.c., conductores neutros puestos a tierra, BLANCO o NEGRO rayado transversalmente con franja VERDE HOJA.

Conductores neutros no puestos a tierra - BLANCO o NEGRO rayado transversalmente en rojo.

LINEAS ABIERTAS DE SECCION UNIFORME EN CORRIENTE CONTINUA

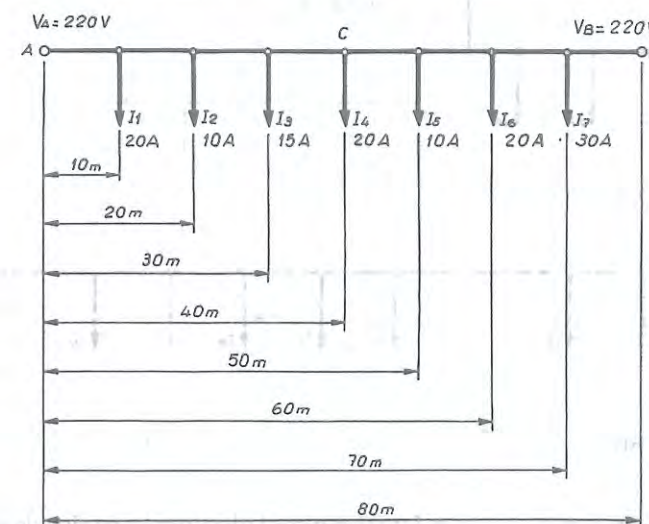


$$S = \frac{2 \cdot \rho}{V_C} \sum I_i \cdot L_i$$

$$S = \frac{2 \cdot 0,0172}{6,6} \cdot \sum (10 \cdot 20 + 25 \cdot 10 + 50 \cdot 30) = 10 \text{ mm}^2 \text{ en conductor de cobre}$$

$$S = \frac{2 \cdot 0,028}{6,6} \cdot \sum (10 \cdot 20 + 25 \cdot 10 + 50 \cdot 30) = 16,5 \text{ mm}^2 \text{ en conductor de aluminio}$$

LINEAS ALIMENTADAS POR LOS DOS EXTREMOS EN CORRIENTE CONTINUA



Para el cálculo de esta línea se procederá tal como indica en el presente cálculo.

Datos:

$$V_A = V_B = 220 \text{ V}$$

$$V_C = 2\% = 4,4 \text{ V}$$

Material: cobre ($\rho = 0,0172$)

1º Cálculo de las intensidades I_A e I_B

$$I_A = \sum I_i - \frac{\sum (I_i \cdot L_i)}{L} = (20 + 10 + 15 + 20 + 10 + 20 + 30) - \frac{(20 \cdot 10 + 10 \cdot 20 + 15 \cdot 30 + 20 \cdot 40 + 10 \cdot 50 + 20 \cdot 60 + 30 \cdot 70)}{80} = 57 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{\sum I_i \cdot L_i}{L} = \frac{(20 \cdot 10 + 10 \cdot 20 + 15 \cdot 30 + 20 \cdot 40 + 10 \cdot 50 + 20 \cdot 60 + 30 \cdot 70)}{80} = 68 \text{ A}$$

$$I_B = \sum I_i - I_A = (20 + 10 + 15 + 20 + 10 + 20 + 30) - 57 = 68 \text{ A}$$

2º Determinar el punto de mínima corriente del circuito (c)

$$I_A - (I_1 + I_2 + \dots + 1) > 0$$

$$I_B - (I_7 + I_6 + \dots + 1) > 0$$

$$(I_A = 57 - (20 + 10 + 15) > 0$$

$$(I_B) \quad 68 - (30 + 20 + 10 + 1) > 0$$

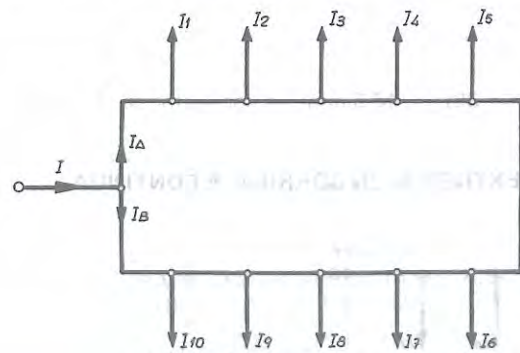
El punto de mínima tensión corresponde a la derivación I_4

3° Hallado el punto de mínima tensión se procederá al cálculo de la sección, como si fuera una sección abierta.

Igual es calcular el tramo AC, como el tramo BC, ya que ambos tienen la misma sección.

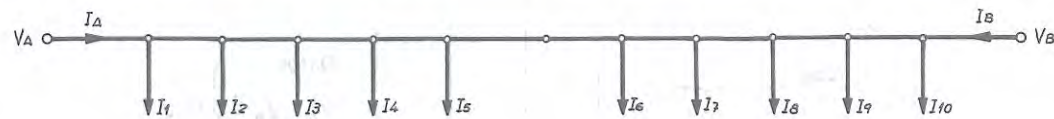
$$(AC) \quad S = \frac{2 \cdot \rho}{V_c} \sum I_i \cdot L_i = \frac{2 \cdot 0,0172}{4,4} (20 \cdot 10 + 10 \cdot 20 + 15 \cdot 30) = 6,64 \text{ mm}^2$$

LINEA CERRADA O MALLA



Este circuito equivale al estudiado en el caso anterior, en el que se supone la alimentación por dos puntos y para el cálculo se procederá de igual forma que para aquél.

Este ejercicio corresponde al abajo representado.

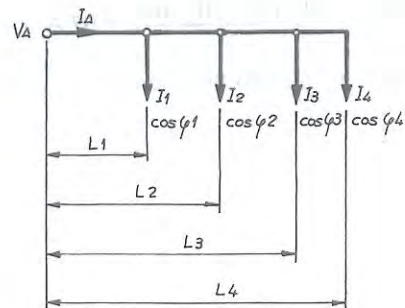


LINEAS PARA CORRIENTE ALTERNA

Líneas monofásicas no inductivas.

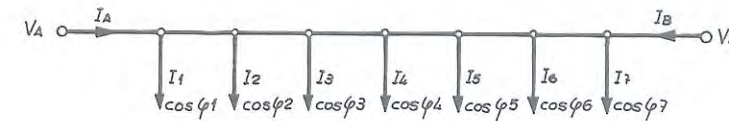
En los casos en que el factor de potencia es de $\varphi = 1$, las fórmulas para el cálculo de la sección de estos circuitos es la misma que se ha dado para los circuitos de corriente continua.

Línea monofásica inductiva



$$S = \frac{2 \cdot \rho}{V_c} \sum I_i \cdot L_i \cdot \cos \varphi$$

LINEA MONOFASICA INDUCTIVA ALIMENTADA POR LOS DOS EXTREMOS



$$I_A = \sum I_i \cdot \cos \varphi_i - \frac{\sum L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i}{L}$$

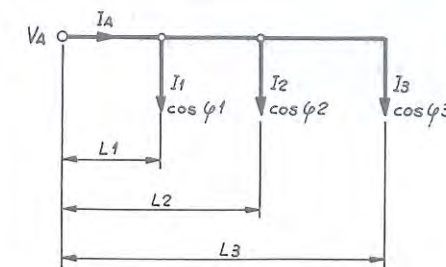
$$I_B = \frac{\sum L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i}{L}$$

Supuesto C el punto de mínima tensión

$$S = \frac{2 \cdot \rho}{V_c} \sum L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i$$

LINEAS TRIFASICAS

LINEA ABIERTA



$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho}{V_c} \sum L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i$$

LINEA ALIMENTADA POR DOS EXTREMOS

Para el cálculo se procederá de igual forma que para líneas monofásicas inductivas, sustituyendo 2 por $\sqrt{3}$.

LINEA EN MALLA

Procediéndose de igual forma a la indicada en el caso anterior.

LINEAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA ELECTRICA

SECCION MAS ECONOMICA DE UN CONDUCTOR

Para cobre:

$$S = 41,6 \sqrt{\frac{P}{C \cdot a}}$$

- S - Sección en mm² por Km
 P - precio KW perdido
 C - precio Kg de conductor, más la parte proporcional de aisladores, postes y su instalación.
 a - tanto por ciento de interés y amortización correspondiente.

Para aluminio:

$$S = 96,5 \sqrt{\frac{P}{C \cdot a}}$$

CAPACIDAD DE LOS CABLES DE ENVOLVENTE METALICA

Un conductor:

$$C = \frac{0,024 \cdot \epsilon}{\log \frac{R}{r}}$$

- C - capacidad en microfaradios (μf) por Km
 ε - poder inductivo específico del dieléctrico
 R - radio interno de la capa metálica
 r - radio del conductor

Tres conductores:

$$C = \frac{0,0483 \cdot \epsilon}{2 \log \frac{R^2 - a^2}{R \cdot r} - \log \frac{1}{3} \left(1 + \frac{R^2}{a^2} + \frac{a^2}{R^2}\right)} \quad \text{en } \mu f$$

- a - distancia entre el eje geométrico del cable y el centro de conductores

DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES EN LINEAS DE ALTA TENSION

$$D = K \cdot \sqrt{F \cdot L} + \frac{V}{150}$$

- D - Separación entre conductores en metros.
 K - coeficiente de oscilación de los conductores por el viento
 F - flecha máxima en metros
 L - longitud entre apoyos
 V - tensión de la línea en KV

Valores del coeficiente de oscilación K

Angulo de oscilación	Coeficiente K	
	Líneas de 1ª y 2ª categoría	Líneas de 3ª categoría
Superior a 65°	0,70	0,65
Entre 40 y 65°	0,65	0,60
Inferior a 40°	0,60	0,55

Separación mínima entre conductores y sus apoyos

$$s = 0,1 + \frac{V}{150} \quad \text{en metros}$$

Como mínimo se utilizará 0,2 m de separación, aunque la fórmula dé un valor inferior.

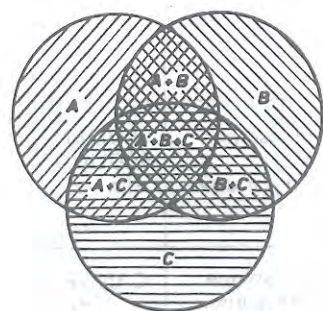
MAGNITUDES LUMINOSAS

Magnitud	Símb.	Definición	Unidad	Fórmula
FLUJO LUMINOSO	φ	Potencia o caudal de energía luminosa emitida por una fuente de luz (visible).	LUMEN (Lm)	$\phi = \frac{Q}{t}$
CANTIDAD DE LUZ	Q	Producto de flujo luminoso por su duración Flujo luminoso emitido por una fuente de luz	LUMEN · SEGUNDO (lm · s)	$Q = \phi \cdot t$
INTENSIDAD LUMINOSA	I	Cociente del flujo luminoso que partiendo de una superficie luminosa se propaga en un elemento de ángulo sólido.	CANDELA (Cd)	$I = \frac{\phi}{\omega}$
ANGULO SOLIDO	ω	Espacio limitado en una esfera por una zona de su superficie y los radios que van en su perímetro.	ESTEREO-RADIANT (str)	$\omega = \frac{S}{r^2}$
ILUMINACION	E	Cantidad de luz proyectada sobre una superficie	LUX (lx)	$E = \frac{\phi}{S}$
LUMINANCIA	B	Intensidad luminosa de una superficie en una dirección dada por unidad de área proyectada de la superficie.	STILB (sb)	$B = \frac{I \alpha}{S \cdot \cos \varphi}$
EFICACIA LUMINOSA	ε	Relación entre el flujo luminoso emitido por una fuente de luz y el flujo energético correspondiente	LUMEN/VATIO (lm/W)	$\epsilon = \frac{\phi}{W}$

FACTORES DE CONVERSION ENTRE LAS DISTINTAS UNIDADES LUMINOSAS

Unidades	Candela	Bujía intern.	Bujía Hefner	Bujía alemana
Candela	1	0,98	1,09	1,034
Bujía internacional	1,02	1	1,11	1,055
Bujía Hefner	0,92	0,90	1	1,170
Bujía alemana	0,96	0,95	0,855	1

FORMACION DE LOS SIETE COLORES DEL ARCO IRIS



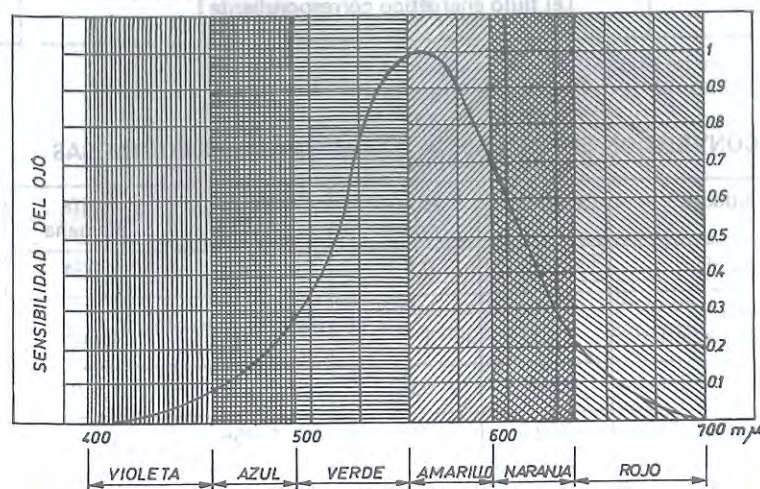
COLORES PRIMARIOS

A - ROJO
B - VERDE
C - AZUL

Color	Longitud de onda
Violeta	Inferior a 450 mμ
Azul	De 450 a 500 mμ
Verde	500 a 570 mμ
Amarillo	570 a 590 mμ
Anaranjado	590 a 610 mμ
Rojo	Superior a 610 mμ

mμ = milimicrom = $10^{-3} \mu = 10^{-9}$ m (metros)

CURVA DE SENSIBILIDAD DEL OJO HUMANO



Lámparas

LAMPARAS CON FILAMENTO DE TUNGSTENO

AMRO

FORMA	Potencia W	a 125 V		a 220 V		Dimensiones		Tipo de casqui- llo
		φ (lm)	lm/W	φ (lm)	lm/W	L	φ	
STANDARD 	10	80	8	70	7	105	60	E-27
	15	140	9	125	8	105	60	E-27
	25	240	9,5	225	9	105	60	E-27
	40	490	12	430	10,5	105	60	E-27
	60	820	13,5	730	12	105	60	E-27
	100	1560	15,5	1380	14	105	60	E-27
	150	2350	15,5	2100	14	140	80	E-27
	200	3250	16,5	2950	14,5	173	80	E-27
	300	5100	17	4750	16	233	110	E-40
	500	9500	19	8450	17	267	130	E-40
	750	14800	19,5	13500	18	300	150	E-40
	1000	20300	20	18500	18,5	300	150	E-40
	1500	31000	20,5	27700	18,5	335	170	E-40
	2000	43000	21,5	40000	20	380	200	E-40
REFLECTOR INCORPORADO	100	1000	10	900	9	130	95	E-27
	150	1500	10	1350	9	160	125	E-27
	250	2900	11,5	2650	10,5	260	183	E-40
	500	6800	13,5	6200	12,5	260	183	E-40
SPOT	100	1170	11,5	1100	11	125	70	E-27 ó B-22
PAR	100	960	9,5	820	8	134	122	E-27
	150	1500	10	1400	9	134	122	E-27
	300	3400	11	3000	10	113	177	Contac- topre- sión
PROYECCION	100	1100	11	900	9	120	80	E-27
	250	3800	15	3200	12,5	125	80	E-27
	500	8800	17,5	8000	16	175	120	E-40
	1000	19000	19	18000	18	252	130	E-40
	1500	31000	20,5	29000	19	343	170	E-40

La primera lámpara de filamento de carbón se inventó el año 1854 por el alemán Heinrich Goebel.

En 1879 T. A. Edison redescubrió la lámpara de filamento de carbón, después de que en 1866 Siemens descubriera la dinamo como máquina de producción industrial de la energía eléctrica.

Posteriormente se fue perfeccionando el filamento y el vacío se sustituyó por gases inertes.

En 1910 apareció la llamada lámpara de filamento largo.

En 1913 se consiguió la lámpara de volframio con gas inerte, base de la actual lámpara de incandescencia.

FORMA

Color

Potencia
W

a 220 V

 ϕ (lm)

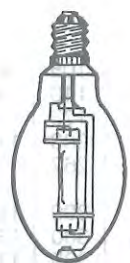
lm/W

Dimensiones

L

 ϕ Tipo de
casquillo

LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO



Color corregido	50	1800	36	130	55	E-27
	80	3500	43,5	157	70	E-27
	125	5600	45	186	75	E-27 ó E-40
	250	12000	48	227	90	E-40
	400	21000	52,5	290	120	E-40
	700	37000	53	330	140	E-40
	1000	52000	52	410	165	E-40
	2000	125000	62,5	445	185	E-40
	50	2000	40	130	55	E-27
	80	3800	47,5	157	70	E-27
Color corregido con vanada- tio de itrio	125	6300	50,5	177	75	E-27
	250	13500	54	227	90	E-40
	400	23000	57,5	290	120	E-40
	700	42500	60,5	330	140	E-40
	1000	60000	60	400	165	E-40
Sin correc- ción de color	250	11500	46	257	49	E-40
	400	21000	52,5	313	49	E-40
	1000	52000	52	382	68	E-40
	2000	118000	59	472	85	E-40

LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO

Baja presión	35	4650	133	310	54	B-22
	55	7700	140	425	54	B-22
	90	12700	141	528	68	B-22
	135	21500	159	775	68	B-22
	180	33000	183,5	1120	68	B-22
Alta presión	250	23000	92	227	90	E-40
	400	43000	107,5	290	120	E-40
	1000	120000	120	400	165	E-40

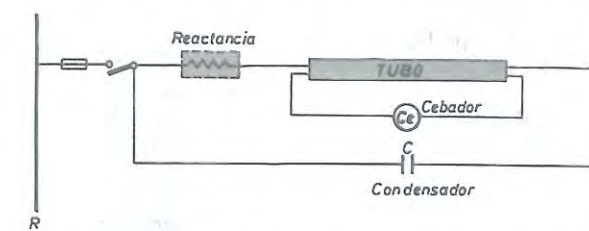
Altura recomendada para un punto de luz en función del flujo luminoso dado

De 3.000 a 9.000 lm - Entre 6,5 y 7,5 m
9.000 a 19.000 lm - " 7,5 y 9 m
19.000 lm en adelante - > 9 m

Factor de conversión de flujo dado por una lámpara por efecto de la suciedad prevista, o flujo útil, en función del tipo de luminaria.

Hermética - Multiplicar flujo útil por 0,80 a 0,87
Ventilada - 0,70 a 0,80
Abierta - 0,65 a 0,75

CARACTERISTICAS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES NORMALES



Potencia en vatios (W)	6	8	14	15	20	30	40	65	100
Longitud del tubo en mm	229	305	381	457	611	914	1219	914	1524
Diámetro del tubo en mm	16	16	38	25	38	25	38	54	54
Tensión de trabajo del tubo	46	57	41	56	62	103	108	50	73
Tensión mínima de arranque	118	110	118	118	118	200	200	118	150
Intensidad absorbida	0,15	0,18	0,37	0,30	0,35	0,34	0,41	0,35	1,45
Consumo de la reactancia	1,5		3,5	6	7	12	12		
Duración media en horas	1000	1000	1500	2500	2500	2500	2500	2000	3000

CAPACIDAD DE CONDENSADORES EN μf PARA UN $\cos \phi = 0,9 \pm 0,05$

Potencia W	Capacidad en μ f		Intensidad servicio Amperios	Potencia W	Capacidad en μ f		Intensidad W
	125 V	120 V			125 V	220 V	
FLUORESCENTE				SODIO BAJA PRESION (B.P.)			
14-15	6	4	0,33	35		20	0,60
20-22	7	4	0,36	55		20	0,60
22-32	12	4	0,38	90		26	0,90
40	12	4	0,42	135		35	0,90
60	20	6,5	0,70	180		40	0,90
VAPOR DE MERCURIO				SODIO ALTA PRESION (A.P.)			
50		6	0,60	250		36	3,00
80		8	0,80	400		50	4,40
125		10	1,15	1000		100	10,30
250		18	2,15				
400		25	3,25				
700		45	5,45				
1000		60	7,50				
2000		100	8,00				

NIVELES DE ILUMINACION EN INTERIORES

VIVIENDAS

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, W.C.	150÷300
Pasillos, escaleras, garajes, cuartos de alumbrado	50÷100

ESCUELAS

Aulas	250÷1000
Salas de dibujo	400÷800
Tableros de dibujo	1000÷3000

OFICINAS

Salas de dibujo	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	500÷1000

INDUSTRIA

Trabajo de gran precisión	2500÷5000
Trabajo de precisión	1000÷2000
Trabajo ordinario	400÷800
Trabajo basto	150÷300

NIVELES DE ILUMINACION EN EXTERIORES

ALUMBRADO PUBLICO

Paseos	12÷16
Plazas en general	8÷12
Grandes plazas	20÷25
Vías secundarias	15÷20
Vías principales	15÷25
Carreteras de segundo orden	10÷15
Autopistas, cruces, carreteras en general	15÷25

NIVELES DE ILUMINACION EN ZONAS DEPORTIVAS (mínimos)

BALONCESTO:	Competición	300
	Entrenamiento	200
BALONVOLEA:	Competición	300
	Entrenamiento	200
BOXEO:	Campeonatos	5000
	Profesional	2000
	Aficionados	1000
FUTBOL:	1ª división	1000
	2ª división	500
	3ª división	300
	Entrenamiento	150
GOLF:	En los "Tees"	100
	A 180 m	50
PISCINA:	Alumbrado superficie	100
TENIS:	Campeonato	300
	Club	200
	Entrenamiento	100
FRONTON:	Club	300
	Entrenamiento	150

CASQUILLOS PARA LAMPARAS

En función del tipo de casquillo

B ó BA	- casquillo bayoneta o Swan
E	- rosca Edison
P	- profocus o preenfoque
S	- casquillos para lámparas tubulares de dos terminales
Bi	- biposte
K	- con cables terminales
T	- telefónicas

En función a su diámetro se denominan

Denominación	Diámetro (φ) en mm
Miniatura	10 mm
Candelabro	14
Intermedio, medio o normal	27
Supermedio o Goliat	40

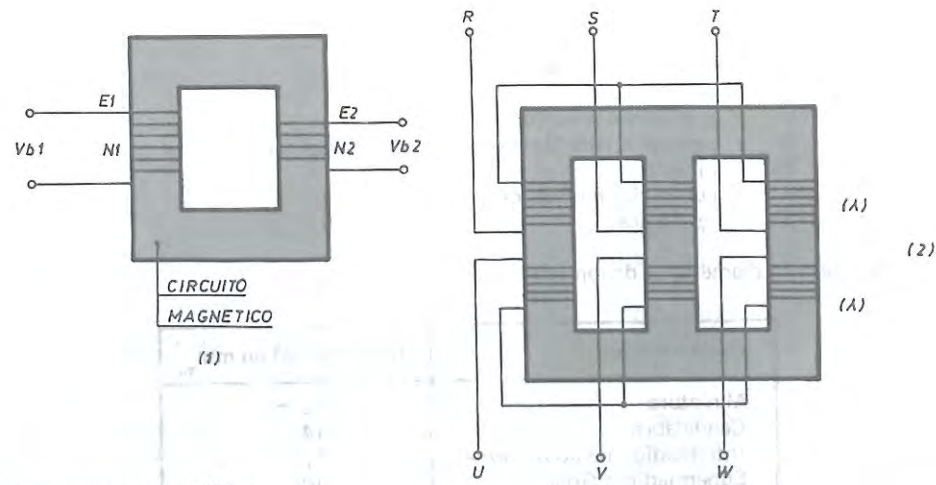
El número que va a continuación de la letra, indica el diámetro del casquillo.

Para designar el tipo de contacto que hace el casquillo se utilizan letras :

- s - contacto sencillo
- d - contacto doble

Ejemplo: B-22 d

- B - casquillo tipo bayoneta
- 22 - diámetro del casquillo
- d - contacto doble



- (1) Transformador monofásico
(2) Transformador trifásico en conexión $\lambda - \lambda$

RELACION DE TRANSFORMACION (m)

En función del número de espiras

$$m = \frac{N_1}{N_2}$$

N_1 - núm. de espiras del primario
 N_2 - núm. de espiras del secundario

En función de la tensión en bornes (en vacío)

$$m = \frac{V_{b1}}{V_{b2}}$$

FUERZA ELECTROMOTRIZ DEL PRIMARIO (E_1)

$$E_1 = \frac{4,44 \cdot \phi_0 \cdot F \cdot N_1}{10^8}$$

E_1 - en voltios
 ϕ_0 - flujo máximo en maxwelios
 F - frecuencia en Hz
 N_1 - núm. de espiras del primario

FUERZA ELECTROMOTRIZ DEL SECUNDARIO (E_2)

$$E_2 = \frac{4,44 \cdot \phi_0 \cdot F \cdot N_2}{10^8}$$

VOLTIOS POR ESPIRA (V_{esp})

$$V_{esp} = \frac{E_1}{N_1}; \quad V_{esp} = \frac{E_2}{N_2}; \quad V_{esp} = \frac{4,44 \cdot \phi_0 \cdot F}{10^8}$$

RENDIMIENTO DE UN TRANSFORMADOR

El rendimiento se puede considerar máximo, cuando la pérdida de potencia (P_p) en el hierro sea igual o próxima a la pérdida de potencia en el cobre.

PERDIDAS EN EL COBRE (P_{cu})

Transformador monofásico

$$P_{cu} = r_1 \cdot I_1^2 + r_2 \cdot I_2^2$$

P_{cu} - pérdida de potencia en vatios
 r_1 - resistencia del primario
 I_1 - intensidad del primario
 r_2 - resistencia del secundario
 I_2 - intensidad del secundario

Transformador trifásico

$$P_{cu} = 3r_1 \cdot I_1^2 + 3r_2 \cdot I_2^2$$

SECCION DEL NUCLEO (S)

$$S = K \cdot \sqrt{P}$$

S - sección del núcleo en cm^2
 K - constante del hierro (coeficiente)
 P - potencia del transformador en KVA

CONDICIONES QUE SE HAN DE DAR PARA EL ACOPLAMIENTO EN PARALELO DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS

- 1 - Igualdad de relación de transformación
Igualdad de tensiones secundarias

$$V_{b1} = V_{b2} = \dots$$

- 2 - Igualdad de caída de tensión (no superior al 10 %)

$$V_{c1} = V_{c2} = \dots$$

- 3 - Igualdad de factores de potencia

$$\phi_1 = \phi_2 = \dots$$

- 4 - Orden de polaridad en las conexiones

$$\begin{aligned} U_1 &- V_1 &- W_1 \\ U_2 &- V_2 &- W_2 \end{aligned}$$

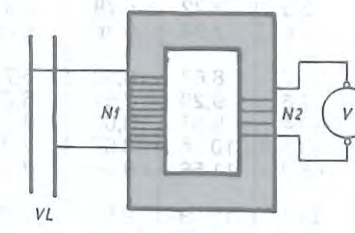
TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Transformador de tensión

$$m = \frac{N_1}{N_2}$$

$$V_L = m \cdot V$$

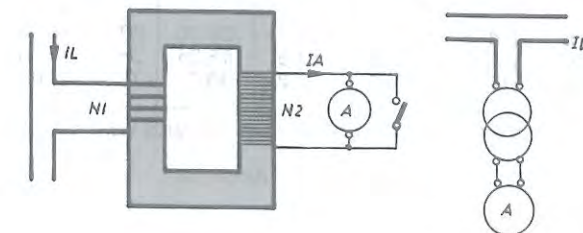
$$V = \frac{V_L}{m}$$



Transformador de intensidad

$$m = \frac{N_1}{N_2}$$

$$I_L = \frac{A}{m}$$



CARACTERÍSTICAS DE TRANSFORMADORES A 50 Hz PARA TENSIONES PRIMARIAS DE 55 A 15 KV

Potencias KVA	Pérdidas en vacío (W)		Corriente en vacío en (%)		Pérdidas reactivas en VAR				Tensión de c.c. en		Caída de tensión (%) cos φ = 0,8		Rendimiento en para cos φ = 0,8			
					En vacío		A plena carga						1/2 carga		Plena carga	
	ST	H	ST	H	ST	H	ST	H	ST	H	ST	H	ST	H	ST	H
16	170	90	9	2,6	1440	225	1895	490	4,7	4	4,69	3,87	94,92	96,42	94,24	95,02
25	235	125	9,5	2,15	2370	375	3100	985	4,5	4	4,43	4	95,71	96,88	94,88	95,7
40	330	175	8	2	3200	600	4450	1730	4,4	4	4,30	3,96	96,17	97,25	95,37	96,15
63	450	250	6,2	1,75	3900	945	6060	2865	4,4	4	4,19	3,88	96,65	97,50	95,91	96,52
80	540	300	6	1,70	4800	1200	7625	3740	4,4	4	4,14	3,83	96,81	97,63	96,13	96,70
100	640	350	5,7	1,50	5700	1500	9340	4750	4,4	4	4,08	3,80	96,35	97,77	96,35	96,90
125	760	415	5,2	1,50	6500	1870	11955	6060	4,4	4	4,03	3,73	97,10	98,88	96,51	97,05
160	980	500	5	1,50	8000	2400	14110	7920	4,4	4	3,97	3,68	97,21	98,00	96,69	97,23
200	1080	630	5	1,50	10000	3000	17480	10100	4,2	4	3,73	3,58	97,39	98,13	97,05	97,50
250	1280	750	5	1,50	12000	3750	22010	12800	4,2	4	3,68	3,50	97,67	98,27	97,21	97,70
315	1540	900	4,8	1,50	15000	4720	27050	16210	4,2	4	3,64	3,46	97,78	98,33	97,31	97,78
400	1880	1100	4,2	1,50	16800	6000	32300	20800	4,2	4	3,58	3,40	97,85	98,42	97,46	97,92
500	2280	1300	4,2	1,50	21000	7500	40530	26000	4,2	4	3,52	3,38	98,01	98,50	97,62	98
630	2800	1575	4,2	1,50	26400	9450	51200	33000	4,2	4	3,49	3,35	98,04	98,57	97,69	98,10

ST- Transformador con núcleo de chapas laminadas en caliente 1,35 vatios.

H Transformador con núcleo de chapas de 0,6 vatios de cristales orientados (Hipersil)

INTENSIDAD POR FASE EN TRANSFORMADORES TRIFASICOS, EN FUNCION
DE LA POTENCIA Y DE LA TENSION

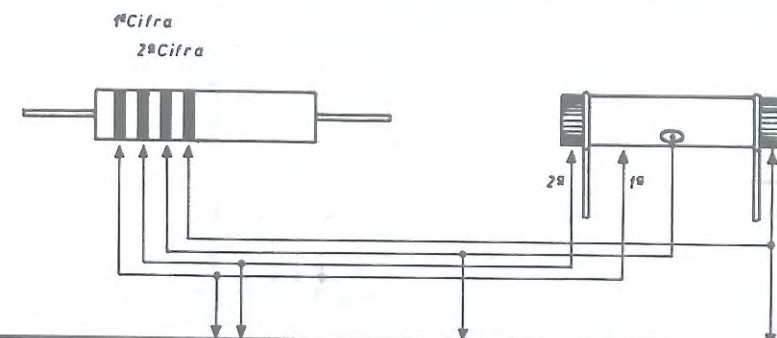
Potencia KVA	TENSION (V)									
	220	440	1000	4000	5000	6000	10000	15000	20000	25000
10	26,2	13,1	5,8	1,44	1,15	0,96	0,57	0,38	0,29	0,23
15	39,4	19,7	8,7	2,17	1,73	1,44	0,86	0,57	0,43	0,34
20	52,5	26,2	11,5	2,90	2,31	1,92	1,15	0,77	0,58	0,46
25	65,6	32,8	14,4	3,61	2,89	2,40	1,44	0,97	0,72	0,58
30	78,7	39,3	17,3	4,33	3,47	2,89	1,73	1,15	0,87	0,69
35	91,8	45,9	20,2	4,95	4,04	3,37	2,02	1,34	1,01	0,80
40	105,0	52,5	23,1	5,78	4,62	3,85	2,31	1,54	1,15	0,92
45	118,1	59,1	26,0	6,50	5,20	4,33	2,61	1,73	1,31	1,04
50	131,2	65,6	28,9	7,22	5,78	4,81	2,89	1,92	1,44	1,15
55	144,3	72,2	31,8	7,94	6,36	5,29	3,18	2,12	1,59	1,27
60	157,5	78,7	34,7	8,67	6,93	5,77	3,47	2,31	1,73	1,38
65	170,6	85,3	37,6	9,29	7,51	6,25	3,76	2,50	1,88	1,50
70	183,7	91,8	40,4	9,91	8,09	6,73	4,04	2,69	2,02	1,61
75	196,8	98,4	43,3	10,74	8,67	7,22	4,33	2,81	2,16	1,73
80	209,9	105,0	46,2	11,56	9,25	7,70	4,62	3,08	2,31	1,85
85	223,1	111,5	49,1	12,28	9,82	8,18	4,91	3,27	2,45	1,96
90	236,2	118,1	52,0	13,00	10,40	8,66	5,20	3,46	2,60	2,08
95	249,3	124,6	54,9	13,73	10,98	9,14	5,49	3,66	2,74	2,19
100	262,4	131,2	57,8	14,45	11,56	9,62	5,78	3,85	2,89	2,31
125	328,0	164,0	72,2	18,06	14,45	12,03	7,22	4,88	3,60	2,89
175	459,3	229,6	101,1	28,80	20,23	16,84	10,11	6,74	5,05	4,04
320	839,8	419,9	184,9	46,24	36,99	30,79	18,49	12,32	9,25	7,40
625	1640,2	820,1	361,2	90,31	72,25	60,14	36,12	24,08	18,06	14,50

La intensidad del primario a plena carga viene dado por la fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V} \text{ en Amperios}$$

$$P = V \cdot I \text{ en VA}$$

II - ELECTRONICA



COLOR	DIGITO	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
Negro	0	1	20 %
Marrón	1	10	1 %
Rojo	2	100	2 %
Naranja	3	1000	—
Amarillo	4	10000	0 + 100% (valor min. garantizado)
Verde	5	100000	5 %
Azul	6	1000000	
Violeta	7	10000000	
Gris	8	0,01	10 %
Blanco	9	0,1	5 %
Oro		0,1	10 %
Plata		0,01	20 %
Sin color			

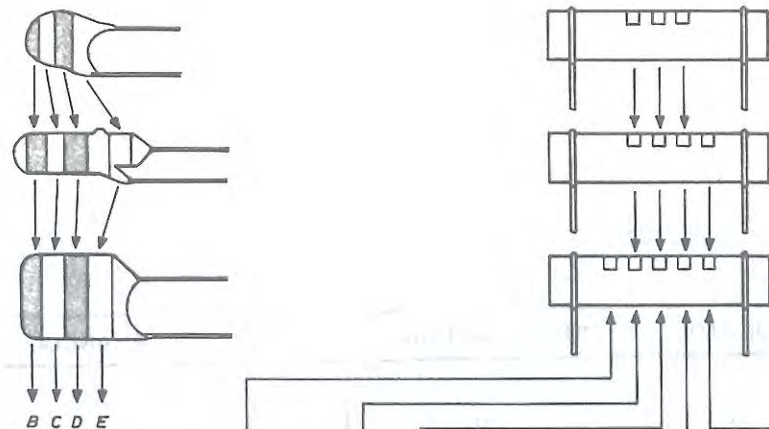
UNIDAD DE RESISTENCIA

Unidad	Ohmio	Ω	1 Ω
Múltiplos	Kilohmio	K Ω	1000 Ω
	Megohmio	M Ω	1000000 Ω

VALORES NORMALIZADOS DE RESISTENCIAS

Según tolerancia, a los valores dados en la tabla pueden añadirse ceros hasta un valor máximo no superior a 22 M Ω .

$\pm 20\%$	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$	$\pm 20\%$	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$
10	10	10	33	33	33
		11			36
	12	12		39	39
		13			43
15	15	15	47	47	47
		16			51
	18	18		56	56
		20			62
22	22	22	68	68	68
		24			75
	27	27		82	82
		30			91



	A	B	C	D	E
	Coeficiente temperatura.	DIGITO		MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
		1ª	2ª		C ≤ 10 pf C > 10 pf
Negro	0		0	1	—
Marrón	—	1	1	10	± 0,1 pf
Rojo	—	2	2	100	± 0,25
Naranja	150 · 10 ⁻⁶	3	3	1000	—
Amarillo	—	4	4	10000	—
Verde	—	5	5	100000	± 0,5 pf
Azul	—	6	6	1000000	—
Violeta	750 · 10 ⁻⁶	7	7	—	—
Gris	—	8	8	0,01	—
Blanco	—	9	9	0,1	± 1 pf

UNIDADES DE CAPACIDAD Y SU RELACION

Unidad	Símbolo	Faradio f	Microfaradio mf	Nanofaradio nf	Picofaradio pf
Faradio	f	1	10 ⁶	10 ⁹	10 ¹²
Microfaradio	mf ó μf	10 ⁻⁶	1	10 ³	10 ⁶
Nanofaradio	nf	10 ⁻⁹	10 ⁻³	1	10 ³
Picofaradio	pf	10 ⁻¹²	10 ⁻⁶	10 ⁻³	1

CARACTERISTICAS DE UN CONDENSADOR

- Capacidad
- Tolerancia
- Tensión máxima de trabajo
- Polaridad (solamente los condensadores electrolíticos no son reversibles)

TIPOS DE CONDENSADORES MAS UTILIZADOS

- Electrolíticos
- Polyester
- Cerámicos (tubular, pastilla, pin-up, lenteja, etc.)

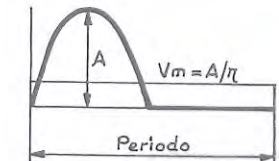
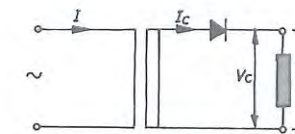
- V_c - Tensión en voltios, en el circuito de c.c.
 I_c - intensidad en amperios, en el circuito de c.c.
 V_p - caída de tensión por placa, en voltios
 V_2 - tensión alterna eficaz de alimentación de la célula a plena carga, en voltios
 n - número de placas en serie, por brazo
 V_m - valor medio

SEMIONDA (E) (Monofásico)

$$I_2 = 1,57 I_c$$

$$V_2 = 2,22 (V_c + n \cdot V_p)$$

$$V_m = A/\pi$$

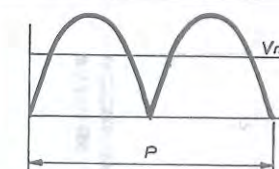
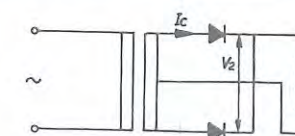


PUSH-PULL (M) (Monofásico-Oposición)

$$I_2 = 0,79 I_c$$

$$V_2 = 2,22 (V_c + n \cdot V_p)$$

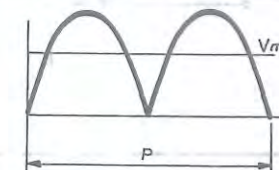
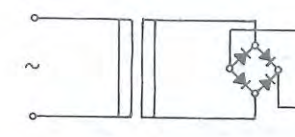
$$V_m = 2 A/\pi$$



PUENTE (B) (Monofásico)

$$V_2 = 1,11 (V_c + 2n \cdot V_p)$$

$$I_2 = 1,11 I_c$$

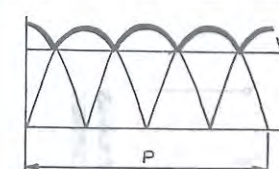
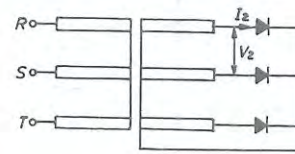


SEMIONDA (S) (Trifásico)

$$V_2 = 1,48 (V_c + n \cdot V_p)$$

$$I_2 = 0,58 I_c$$

$$V_m = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{A}{\pi}$$

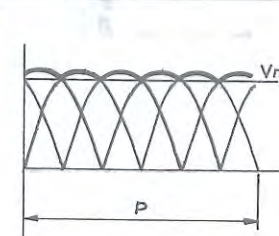
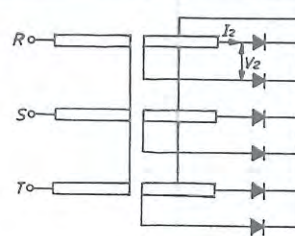


PUSH-PULL (DS) (Trifásico-Oposición)

$$V_2 = 2 \cdot 0,75 (V_c + n \cdot V_p)$$

$$I_2 = 0,41 I_c$$

$$V_m = \frac{3 A}{\pi}$$

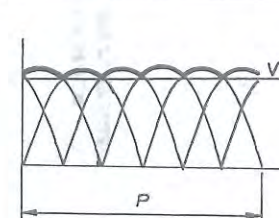
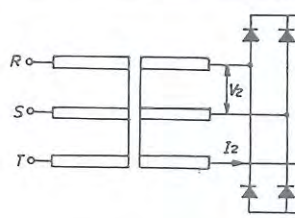


PUENTE (DB) (Trifásico)

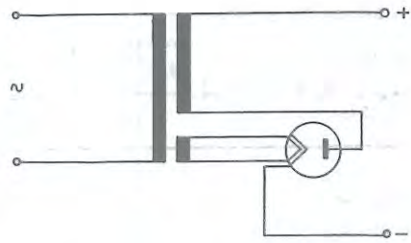
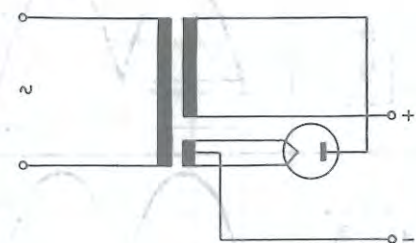
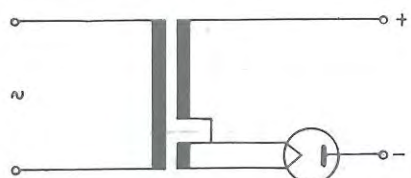
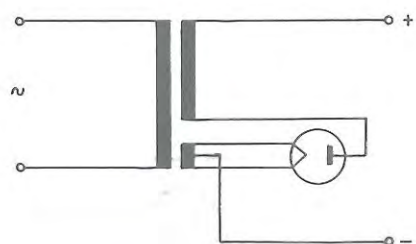
$$V_2 = 0,75 (V_c + 2n \cdot V_p)$$

$$I_2 = 0,82 I_c$$

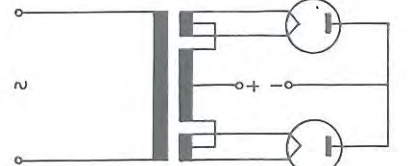
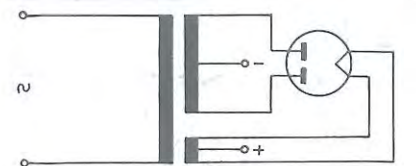
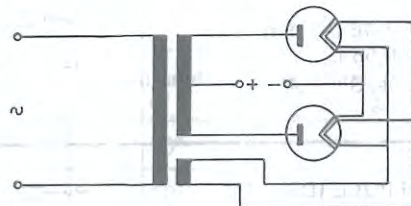
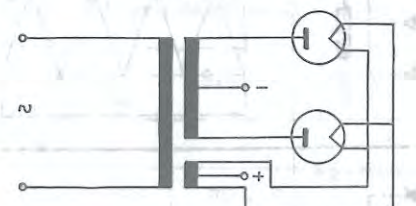
$$V_m = \frac{3 A}{\pi}$$



RECTIFICACION DE SEMIONDA



RECTIFICACION DE ONDA COMPLETA



FORMULAS ELECTRONICAS MAS UTILIZADAS

VALOR DE LA F.E.M. INDUCIDA EN UNA BOBINA

a) Cuando el campo es uniforme

$$e_b = \frac{N \cdot \phi}{10^8 \cdot t}$$

e_b - en voltios
 N - núm. de espiras
 ϕ - flujo
 t - tiempo en segundos

d) Cuando hay variación de flujo

$$e_b = \frac{N \cdot (\phi_1 - \phi_2)}{10^8 \cdot t}$$

ϕ_1 - flujo máximo
 ϕ_2 - flujo mínimo

COEFICIENTE DE AUTOINDUCCION EN UNA BOBINA (L)

$$L = \frac{N \cdot \phi}{10^8 \cdot i}$$

L - inductancia en henrios
 N - núm. de espiras
 ϕ - flujo
 i - tiempo en segundos

INDUCTANCIA EN BOBINAS

a) Bobina cilíndrica

$$L = \mu \frac{D^2 \cdot N^2 \cdot K}{10^3 \cdot l}$$

L - inductancia en microhenrios
 μ - permeabilidad del núcleo (en el aire $\mu = 1$)
 D - diámetro medio del arrollamiento en cm.
 N - núm. de espiras
 K - factor de corrección (tablas)
 l - longitud del eje de la bobina en cm.

b) Solenoide de una sola capa de espiras

$$L = \frac{l^2}{h}$$

L - en henrios
 l - en cm
 h - diámetro de la solenoide

$$L = \frac{D^2 \cdot n \cdot K}{10^3}$$

L - en microhenrios
 D - diámetro en cm del arrollamiento
 n - núm. de espiras por cm de longitud de la bobina
 K - factor de corrección

c) Bobina toroidal

$$L = 0,0126 \cdot n^2 (R - \sqrt{R^2 - r^2})$$

L - en microhenrios
 n - núm. de espiras por cm de longitud radial
 R - radio del anillo
 r - radio de la espira

d) Bobina en fondo de cresta

$$L = \frac{0,85 \cdot n^2 \cdot D^2 \cdot K}{10^3} \text{ en } \mu H$$

e) Bobina en panel o nido de abejas

$$L = \frac{0,315 \cdot r^2 \cdot N^2}{6r + 9e + 10h}$$

L - en microhenrios
 N - núm. de espiras
 r - radio medio de la bobina
 e - espesor radial de la bobina
 h - altura a lo largo del eje en cm.

REACTANCIA DE AUTOINDUCCION (X_L)

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot F \cdot L$$

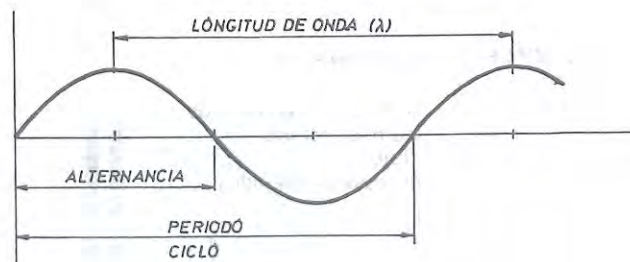
X_L - reactancia en ohmios
 L - inductancia en henrios
 F - frecuencia en Hz

REACTANCIA DE CAPACIDAD (X_C)

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot C}$$

X_C - reactancia en ohmios
 C - capacidad en faradios

FRECUENCIA



Longitud de onda (λ) - Corresponde a la distancia o longitud, entre dos crestas sucesivas, bien sean de signo + o signo - de una misma senoide. Así se tiene, que:

$$F = \frac{1}{\lambda}; \quad \lambda = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{3 \cdot 10^5}{\lambda} \quad \begin{array}{l} F - \text{frecuencia en Kc} \\ \lambda - \text{longitud de onda en metros} \end{array}$$

$$F = \frac{3 \cdot 10^4}{\lambda} \quad \begin{array}{l} F - \text{frecuencia en Mc} \\ \lambda - \text{longitud de onda en cm} \end{array}$$

$$F = \frac{984}{\lambda} \quad \begin{array}{l} F - \text{frecuencia en Mc} \\ \lambda - \text{longitud de onda en pies} \end{array}$$

Las fórmulas anteriores pueden transformarse en longitud (λ)

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^5}{F} \quad \begin{array}{l} \lambda - \text{en metros} \\ F - \text{en Kc} \end{array}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^4}{F} \quad \begin{array}{l} \lambda - \text{en cm} \\ F - \text{en Mc} \end{array}$$

$$\lambda = \frac{984}{F} \quad \begin{array}{l} \lambda - \text{en pies} \\ F - \text{en Mc} \end{array}$$

VELOCIDAD DE UNA ONDA

$$V = F \cdot \lambda$$

La velocidad con que se desplaza una onda de radio o luminosa en el espacio, es del orden de 300.000 Km/s, (186.000 millas por segundo ó 984.000 pies por segundo).

VALOR MAXIMO, INSTANTANEO, MEDIO Y EFICAZ DE UNA FUNCION SENOIDAL

a) VALOR MAXIMO (E_0)

Corresponde al valor máximo que toma la senoide en su representación, pudiendo ser positivo o negativo. Al valor máximo también se le denomina valor de cresta. Se representa con la letra mayúscula, seguida de un cero (E_0)

b) VALOR INSTANTANEO (e)

Corresponde a cada uno de los valores que se pueden considerar en la senoide. Se representa con la letra minúscula (e)

c) VALOR MEDIO (E_m)

$$E_m = \frac{2}{\pi} E_0; \quad E_m = 0,637 E_0$$

d) VALOR EFICAZ (E)

Los valores normalmente dados en fórmulas y datos, son valores eficaces.

$$E_0 = \frac{E}{\sqrt{2}}$$

RELACION ENTRE EL VALOR MEDIO Y EFICAZ

$$E_0 = \frac{\pi}{2} E_m; \quad E_0 = \sqrt{2} \cdot A;$$

$$\frac{\pi}{2} E_m = \sqrt{2} \cdot A$$

$$E = \frac{\pi}{2 \cdot \sqrt{2}} E_m = 1,11 E_m$$

$$E = 1,11 E_m$$

CIRCUITO SERIE EN RESONANCIA

Un circuito serie está en resonancia, cuando la reactancia de autoinducción (X_L) sea igual a la de capacidad (X_C)

$$X_L = X_C$$

o también,

$$\text{Impedancia } Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2} = \sqrt{R^2 + 0} = R$$

Otras fórmulas:

$$F = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

F - frecuencia en c/s
 L - inductancia en henrios
 C - capacidad en faradios

$$F = \frac{0,159}{\sqrt{L \cdot C}}$$

$$F = \frac{10^6}{2 \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

F - frecuencia en Kilociclos por segundo (Kc/s)
 L - inductancia en microhenrios (μH)
 C - capacidad en microfaradios (μf)

$$L = \frac{1}{4 \pi^2 \cdot F^2 \cdot C}$$

L - en henrios
F - en c/s
C - en faradios

$$C = \frac{1}{4 \pi^2 \cdot F^2 \cdot L}$$

Otras fórmulas para calcular L y C

$$L = \frac{25.330}{F^2 \cdot C}$$

L - en μH
F - en Kc/s
C - en μf

$$C = \frac{25.330}{F^2 \cdot L}$$

RELACION ENTRE LA LONGITUD DE ONDA Y LA FRECUENCIA

$$\lambda = \frac{v}{F}$$

λ - longitud de onda en metros
v - velocidad en metros
F - frecuencia en Kc

Ejemplo: Sabiendo que la longitud de onda es de 15 m, determinar su equivalencia en Kc y Mc.

$$F = \frac{v}{\lambda} = \frac{300.000}{15} = 20.000 \text{ Kc}$$

$$20.000 \text{ Kc} = 20 \text{ Mc}$$

v = 300.000 Km/s es dato conocido de la propagación de la onda

La siguiente tabla se calcula con la fórmula anterior

Equivalencia entre longitud de onda y frecuencia

Metros	Frecuencia	Metros	Frecuencia	Metros	Frecuencia
1	300.000	15	20.000	80	3.750
2	150.000	20	15.000	90	3.333
3	100.000	25	12.000	100	3.000
4	75.000	30	10.000	120	2.500
5	60.000	35	8.751	140	2.143
6	50.000	40	7.500	160	1.875
7	42.875	45	6.667	180	1.667
8	37.500	50	6.000	200	1.500
9	33.333	60	5.000	250	1.200
10	30.000	70	4.286	—	—

LONGITUDES DE ONDA Y BANDAS DE FRECUENCIA

Frecuencias	Descripción	Abreviaturas
Inferior a 30 Kc/s	Muy baja frecuencia	MBF
De 30 a 300 Kc/s	Baja frecuencia	BF
De 300 a 3000 Kc/s	Frecuencia media	MF
De 3000 a 30000 Kc/s	Alta frecuencia	AF
De 30 a 300 Mc/s	Muy alta frecuencia	VHF
De 300 a 3000 Mc/s	Ultra alta frecuencia	UHF
De 3000 a 30000 Mc/s	Super alta frecuencia	SHF
De 30000 a 300000 Mc/s	Extrema alta frecuencia	EHF

NOTA: En cifras indicativas de frecuencia muy elevadas, el Megaciclo por segundo (Mc/s), puede sustituirse por el gigaciclo por segundo (gc/s), equivalente a 10^9 ciclos.

LONGITUD DE UNA LINEA DE TRANSMISION

$$L = \frac{300}{F} \cdot v$$

L - longitud en m
F - frecuencia en Mc/s
v - factor de velocidad

Esta longitud es válida para longitud de onda completa

Para media onda se aplicará la siguiente fórmula:

$$L = \frac{150}{F} \cdot v$$

Para un cuarto de onda

$$L = \frac{75}{F} \cdot v$$

LINEA DE TRANSMISION COAXIAL

$$Z = 138 \log \frac{D}{d}$$

Z - impedancia
D - diámetro interior del conductor externo en cm
d - diámetro exterior del conductor interior en cm

RESISTENCIA DE UNA LINEA DE TRANSMISION COAXIAL

$$R = 12,9 \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{D} \right) \sqrt{F}$$

R - resistencia por cada 100 m
F - frecuencia en Mc/s

RESISTENCIA DE UNA LINEA ABIERTA DE DOS CONDUCTORES DE COBRE

$$R = 25,8 \frac{\sqrt{F}}{d}$$

NIVEL SONORO

$$1 \text{ decibelio (db)} = 10 \log \frac{(\text{Presión normal del sonido})^2}{(\text{Presión efectiva del sonido})^2}$$

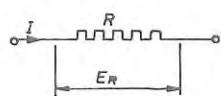
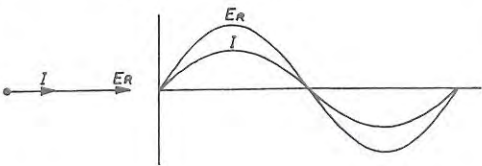
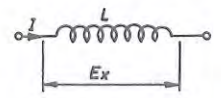
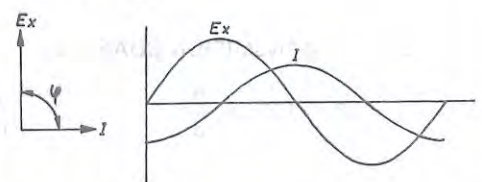
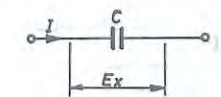
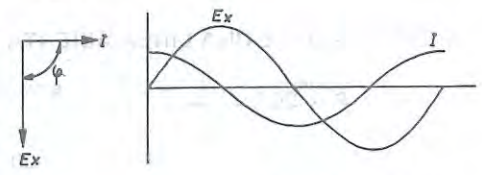
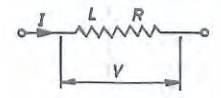
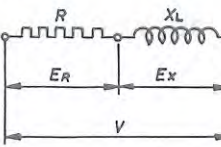
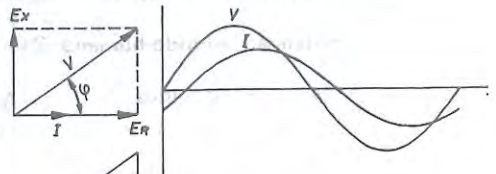
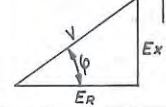
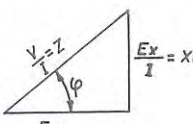
Presión normal del sonido = 0,0002 microbar

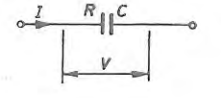
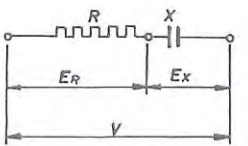
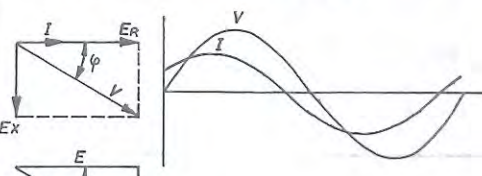
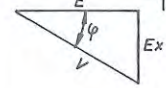
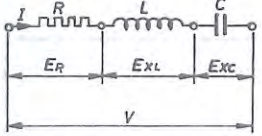
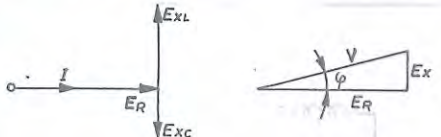
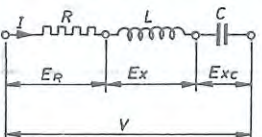
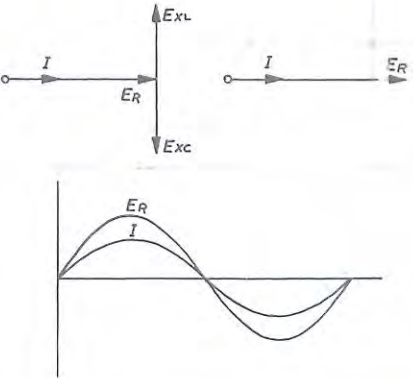
Sensibilidad del oído humano: 24 a 16.000 Hz

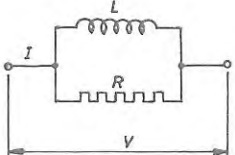
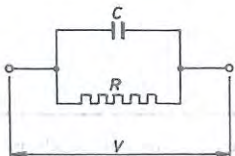
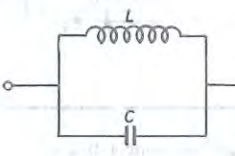
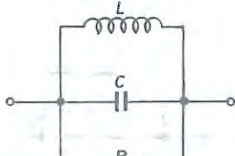
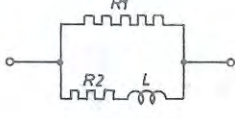
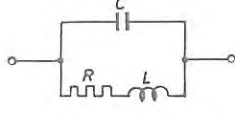
< 24 Hz, infrasonidos

Entre 24 y 16.000 Hz, campo de audición humana

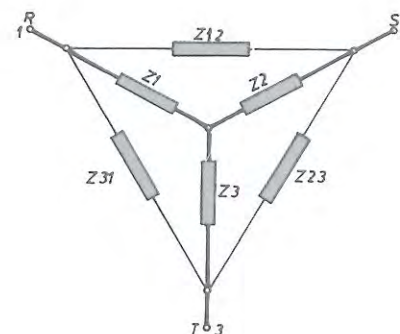
> 16.000, ultrasonidos

Circuitos de corriente alterna			94
CIRCUITO	FORMULAS	GRAFICO Y OBSERVACIONES	
CIRCUITO OHMICO (R) 	$I = \frac{E_R}{R}$ $R = Z$ Resistencia = Impedancia	- El circuito sólo tiene la resistencia propia del conductor - Tensión e intensidad en serie 	
CIRCUITO REACTIVO DE AUTOINDUCCION (X_L) BOBINA 	$X_L = 2\pi FL \text{ en } \Omega$ X_L reactancia F frecuencia L coeficiente de auto-inducción	- Circuito teórico al que se supone con $R = 0$ - La tensión va adelantada de la intensidad un ángulo $\varphi = 90^\circ$ 	
CIRCUITO REACTIVO DE CAPACIDAD (X_C) (CONDENSADOR) 	$X_C = \frac{1}{2\pi FC} \text{ en } \Omega$ X_C reactancia F frecuencia C capacidad en faradios	- Circuito teórico al que se supone con $R = 0$ - La tensión va retrasada de la intensidad un ángulo de 90° 	
CIRCUITO REACTIVO  Equivale a 	$I = \frac{V}{Z}$ $X = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $\cos \varphi = \frac{R}{Z}; \text{ en tablas } \varphi$ $X_L = Z \cdot \sin \varphi$ $V = \sqrt{E_R^2 + E_X^2}$ $E_R = V \cos \varphi$ $E_X = V \sin \varphi$	- Circuito real formado por una bobina con resistencia óhmica (R) e inductiva (X_L) - La tensión va adelantada de la intensidad un ángulo φ que puede variar entre 0° y 90°   TRIANGULO DE TENSIONES	
	$\frac{E_R}{I} = R \quad \frac{E_X}{I} = X_L$ $\frac{V}{I} = Z$ R resistencia óhmica X _L reactancia Z impedancia	 TRIANGULO DE RESISTENCIAS	

CIRCUITO REACTIVO  	$I = \frac{V}{Z}$ $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $\cos \varphi = \frac{R}{Z}; \text{ en tablas } \varphi$ $X_C = Z \cdot \sin \varphi$ $V = \sqrt{E_R^2 + E_X^2}$ $E_R = V \cos \varphi$ $E_X = V \sin \varphi$	- Circuito real formado por una bobina con resistencia óhmica (R) y capacidad (X_C) - La tensión va retrasada de la intensidad un ángulo φ que puede variar entre 0° y 90°  
CIRCUITO CON INDUCTANCIA Y CAPACIDAD EN SERIE 	$E_X = E_{XL} - E_{XC}$ $X = X_L - X_C$ $\text{tg } \varphi = \frac{E_X}{R}; \text{ en tablas } \varphi$	- Si el predominio es de X_L, la tensión irá adelantada de la intensidad (caso de la figura) - Si el predominio es de X_C, la intensidad irá adelantada de la tensión 
CIRCUITO RESONANTE 	Resistencias $X_L = X_C$ $2\pi FL = \frac{1}{2\pi FC}$ Tensiones $R = Z$ $I = \frac{V}{R}$ $E_{XL} = X_L \cdot I$ $E_{XC} = X_C \cdot I$ $E_{XL} = E_{XC}$ $E_R = V$	- Un circuito formado por resistencia, bobina y condensador están en resonancia, cuando los valores de las reactancias de autoinducción y capacidad son iguales. - En este caso, el circuito se comporta como óhmico puro. 
CONDUCTANCIA (G) $G = \frac{R}{R^2 + X^2}$ $G = \frac{1}{R}$	SUSCEPTANCIA (B) $B = \frac{X}{R^2 + X^2}$ $B = \frac{1}{X}$	ADMITANCIA (Y) $Y = \frac{1}{\sqrt{R^2 + X^2}}$ $Y = \frac{1}{Z}$

CIRCUITO	FORMULAS
	$Z = \frac{R \cdot X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$ $I = \frac{V}{Z}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{R}{X_L}; \text{ en tablas, ángulo } \varphi$
	$Z = \frac{R \cdot X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$ $I = \frac{V}{Z}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{R}{X_C}; \text{ en tablas, ángulo } \varphi$
	Supuesto 1; $X_L > X_C$ $Z = \frac{X_L \cdot X_C}{X_L - X_C}$ Supuesto 2; $X_C > X_L$ $Z = \frac{X_C \cdot X_L}{X_C - X_L}$ Supuesto 3; $X_L = X_C$ $Z = \infty : \varphi = 0^\circ$
	$Z = \frac{R(X_L \cdot X_C)}{\sqrt{X_L^2 \cdot X_C^2 + R^2(X_L - X_C)^2}}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{R(X_L - X_C)}{X_L \cdot X_C}; \text{ en tablas, ángulo } \varphi$
	$Z = R_2 \sqrt{\frac{R_1^2 + X_L^2}{(R_1 + R_2)^2 + X_L^2}}$ $Z_L^2 = R^2 + X_L^2$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{X_L \cdot R_2}{R_1^2 + X_L^2 + (R_1 \cdot R_2)}; \text{ en tablas, ángulo } \varphi$
	$Z = X_C \cdot \sqrt{\frac{R^2 + X_L^2}{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$ $\operatorname{tg} \varphi = \frac{X_L(X_C - X_L) - R^2}{R \cdot X_C}; \text{ en tablas, ángulo } \varphi$

CONVERSION DE ESTRELLA EN TRIANGULO



IMPEDANCIAS (Z)

$$Z_{12} = Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_3}$$

$$Z_{23} = Z_2 + Z_3 + \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_1}$$

$$Z_{31} = Z_3 + Z_1 + \frac{Z_3 \cdot Z_1}{Z_2}$$

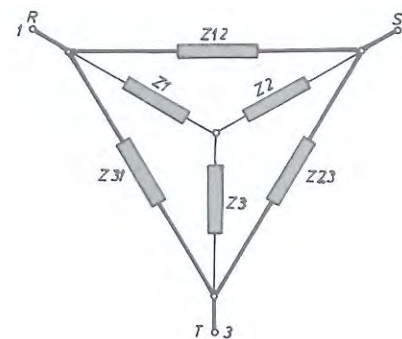
ADMITANCIAS (Y)

$$Y_{12} = \frac{Y_1 \cdot Y_2}{Y_1 + Y_2 + Y_3}$$

$$Y_{23} = \frac{Y_2 \cdot Y_3}{Y_1 + Y_2 + Y_3}$$

$$Y_{31} = \frac{Y_3 \cdot Y_1}{Y_1 + Y_2 + Y_3}$$

CONVERSION DE TRIANGULO EN ESTRELLA



IMPEDANCIAS (Z)

$$Z_1 = \frac{Z_{12} \cdot Z_{31}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$$

$$Z_2 = \frac{Z_{23} \cdot Z_{12}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$$

$$Z_3 = \frac{Z_{31} \cdot Z_{23}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$$

ADMITANCIAS (Y)

$$Y_1 = Y_{12} + Y_{31} + \frac{Y_{12} \cdot Y_{31}}{Y_{23}}$$

$$Y_2 = Y_{23} + Y_{12} + \frac{Y_{23} \cdot Y_{12}}{Y_{31}}$$

$$Y_3 = Y_{31} + Y_{23} + \frac{Y_{31} \cdot Y_{23}}{Y_{12}}$$



III - MECANICA

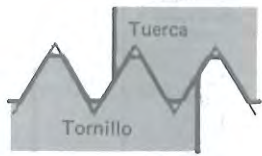
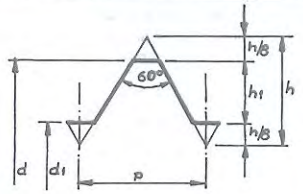
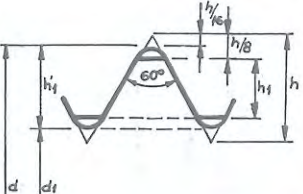
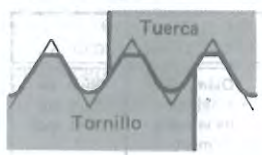
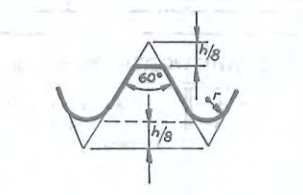
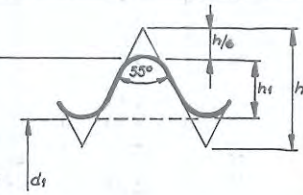
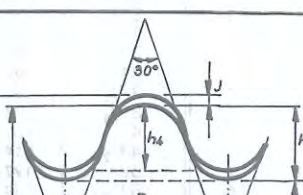
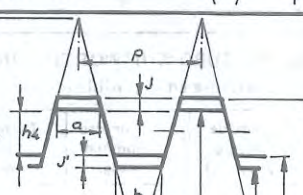
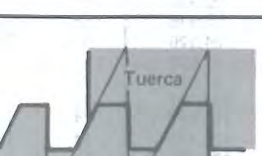
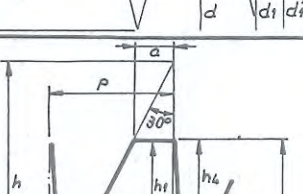
ROS-CA	PERFIL	DIMENSIONES	FORMULAS
SELLERS			$h = p \cdot \sin 60^\circ = 0,866 \cdot p$ $h_1 = h - \frac{2 \cdot h}{8} = 0,650 \cdot p$ $h_2 = \frac{h_1}{2} = 0,325 \cdot p$ $d_1 = d - 2 \cdot h_1 = d - 1,30 \cdot p$
METRICA S.I.			$h = 0,866 \cdot p$ $h_0 = 0,650 \cdot p$ $h_1 = 0,703 \cdot p$ $h_2 = 0,325 \cdot p$ $d' = d + 0,1 \cdot p$ $d_1 = d - 2 \cdot h_0 = d - 1,30 \cdot p$ $d_1' = d - 2 \cdot h_1 = d - 1,408 \cdot p$
METRICA DIN			Igual a rosca métrica S. I. $r = \frac{h}{8} = 0,108 \cdot p$
WHITWORTH			$h = \frac{p}{2} \cdot \tan 55^\circ = 0,96 \cdot p$ $h_1 = h - \frac{2 \cdot h}{6} = 0,640 \cdot p$ $d_1 = d - 2h_1 = d - 1,28 p$ $r = \frac{p}{12} \cdot \tan 58^\circ 45' = \frac{p}{12} \cdot 1,645 = 0,137 \cdot p$
REDONDA			Perfil isósceles con ángulo de 30° Profundidad de rosca, p/8 Juego, p/20
TRAPEZIAL			Prof. de rosca, $h_1 = h_4 + J = 0,5 \cdot p + J'$ " contacto, $h_4 \times 0,5 \cdot p$ " superior, $h_2 = 0,25 \cdot p$ " inferior, $h_3 = 0,25 \cdot p + J'$ $d_1 = 2 - 2h_1 = d - 2(h_4 + J') = d - (p + 2J')$ $d_1 = d - 2h_4 = d - p$ $d_1 = d + 2J$ $a = 0,37 \cdot p$ $b = 0,37 \cdot p - 0,13$
DIENTE SIERRA			Profundidad de la rosca, $h_1 = 0,868 \cdot p$ " contacto, $h_4 = 0,75 \cdot p$ Anchura mínima; $a = 264 p$ $\alpha = 30^\circ$ $\alpha' = 3^\circ$

TABLA SOBRE ROSCA METRICA – SISTEMA INTERNACIONAL = S.I.

Diám. ext. de la rosca m/m	Diám. del alma m/m	Profundidad de la rosca m/m	Paso m/m	Diám. ext. de la rosca m/m	Diám. del alma m/m	Profundidad de la rosca m/m	Paso m/m
1	0,652	0,174	0,25	12	9,570	1,215	1,75
1,2	0,852	0,174	0,25	14	11,222	1,389	2
1,4	0,984	0,208	0,3	16	13,222	1,389	2
1,7	1,214	0,243	0,35	18	14,528	1,736	2,5
2	1,444	0,278	0,4	20	16,528	1,736	2,5
2,3	1,744	0,278	0,4	22	18,528	1,736	2,5
2,6	1,974	0,313	0,45	24	19,832	2,084	3
3	2,306	0,347	0,5	27	22,832	2,084	3
3,5	2,666	0,417	0,6	30	25,138	2,431	3,5
4	3,028	0,486	0,7	33	28,138	2,431	3,5
4,5	3,458	0,521	0,75	36	30,444	2,778	4
5	3,888	0,556	0,8	39	33,444	2,778	4
5,5	4,250	0,625	0,9	42	35,750	3,125	4,5
6	4,610	0,695	1	45	38,750	3,125	4,5
7	5,610	0,695	1	48	41,054	3,473	5
8	6,264	0,868	1,25	52	45,054	3,473	5
9	7,264	0,868	1,25	56	48,360	3,820	5,5
10	7,916	1,042	1,5	60	52,380	3,820	5,5

TABLA SOBRE ROSCA WHITWORTH (Según normas DIN 11)

Diámetro exterior de la rosca		Diám. del alma de la rosca m/m	Núm. de hilos por pulg. ingl.	Diámetro exterior de la rosca		Diám. del alma de la rosca m/m	Núm. de hilos por pulg. ingl.
Pulgadas	m/m			Pulgadas	m/m		
1/16	1,587	1,045	60	1 5/8	41,274	34,769	5
3/32	2,381	1,703	48	1 3/4	44,449	37,944	5
1/8	3,175	2,362	40	1 7/8	47,624	40,396	4 1/2
5/32	4,969	2,952	32	2	50,799	43,571	4 1/2
3/16	4,762	3,407	24	2 1/8	53,974	46,746	4 1/2
7/32	5,556	4,201	24	2 1/4	57,149	49,017	4
1/4	6,350	4,724	20	2 3/8	60,324	52,192	4
5/16	7,937	6,130	18	2 1/2	63,500	55,367	4
3/8	9,525	7,492	16	2 5/8	66,674	58,542	4
7/16	11,112	8,789	14	2 3/4	69,849	60,555	3 1/2
1/2	12,700	9,989	12	2 7/8	73,024	63,730	3 1/2
9/16	14,287	11,577	12	3	76,199	66,905	3 1/2
5/8	15,875	12,918	11	3 1/8	79,374	70,080	3 1/2
11/16	17,462	14,505	11	3 1/4	82,548	72,540	3 1/4
3/4	19,050	15,797	10	3 1/2	88,898	78,890	3 1/4
13/16	20,637	17,384	10	3 5/8	92,073	82,065	3 1/4
7/8	22,225	18,610	9	3 3/4	95,248	84,406	3
15/16	23,812	20,198	9	3 7/8	98,423	87,581	3
1	25,400	21,334	8	4	101,598	90,755	3
1 1/8	28,574	23,928	7	4 1/2	114,304	102,990	2 7/8
1 1/4	31,749	27,103	7	5	127,005	115,176	2 3/4
1 3/8	34,924	29,503	6	5 1/2	139,705	127,313	2 5/8
1 1/2	38,099	32,678	6	6	152,406	139,394	2 1/2

TABLA SOBRE ROSCA DE TUBO WHITWORTH = ROSCA DE GAS
Según normas DIN - 259 – Evítense en lo posible los valores entre paréntesis

Diámetro nominal pulg.	Diám. ext. de la rosca m/m	Diám. del alma de la rosca m/m	Núm. de hilos por pulg. ingl.	Diámetro nominal pulg.	Diám. ext. de la rosca m/m	Diám. del alma de la rosca m/m	Núm. de hilos por pulg. ingl.
1/8	9,728	8,566	28	2	59,614	56,656	11
1/4	13,157	11,445	19	(2 1/4)	65,710	62,752	11
3/8	16,662	14,950	19	2 1/2	76,184	72,226	11
1/2	20,955	18,631	14	(2 3/4)	81,534	78,576	11
(5/8)	22,911	20,578	14	3	87,884	84,926	11
3/4	26,441	24,117	14	(3 1/4)	93,980	91,022	11
(7/8)	30,201	27,877	14	3 1/2	100,330	97,372	11
1	33,248	30,291	11	(3 3/4)	106,680	103,722	11
(1 1/8)	37,897	34,939	11	4	113,030	110,072	11
1 1/4	41,910	38,952	11	(4 1/2)	125,730	122,772	11
(1 3/8)	44,323	41,365	11	5	138,430	135,472	11
1 1/2	47,803	44,845	11	(5 1/2)	151,130	148,172	11
(1 5/8)	53,746	50,788	11	6	163,830	160,872	11

ACERO

El hierro, por lo general, no se presenta nunca puro y sí aleado con carbono, en proporciones variables. En función a esta proporción se tendrá la clase de acero.

Cuando la proporción de carbono oscila entre 1,7% y 0,8%, la aleación así formada se llama acero. Si el porcentaje de carbono en la aleación es superior a 1,7%, se le llama fundición.

Los aceros se dividen en:

- aceros al carbono
- aceros aleados

Los aceros al carbono pueden ser de cinco clases:

- aceros extrasuaves: de 0,1% a 0,2% de carbono
- aceros suaves: 0,2% a 0,3% de carbono
- aceros semisuaves: 0,3% a 0,4% de carbono
- aceros duros: 0,5% a 0,6% de carbono
- aceros extraduros: 0,6% a 0,7% de carbono

Los aceros además de tener como materia básica el hierro (Fe) y el carbono (C), tienen también otros elementos metálicos.

También se clasifican los aceros en atención al procedimiento empleado para su obtención, así se tienen los aceros elaborados en convertidores Bessemer y en horno Martin Siemens, a los que se les denominan como acero común.

Los aceros que se obtienen en el horno eléctrico y en crisol, son los aceros finos.

CLASIFICACION DE LOS ACEROS

Serie F100 – Aceros finos de construcción general

- Grupo F110 Aceros al carbono
- F120 Aceros aleados de gran resistencia
- F130 Aceros aleados de gran elasticidad
- F140
- F150 Aceros para cementar
- F160 Aceros para nitrurar
- F170

Serie F200 – Aceros para usos especiales

- Grupo F210 Aceros de fácil mecanización
- F220 Aceros de fácil soldadura
- F230 Aceros de propiedades magnéticas
- F240 Aceros de alta y baja dilatación
- F250 Aceros resistentes a la fluencia

Serie F300 – Aceros resistentes a la corrosión y oxidación

- Grupo F310 Aceros inoxidables
- F320 Aceros para válvulas de motores de explosión
- F330 Aceros refractarios

Serie F400 – Aceros de emergencia

Serie F500 – Aceros de herramientas (aceros rápidos, aceros al carbono)

Serie F600 – Aceros comunes

Serie F700 – Aceros de moldeo

Serie F800 – Fundiciones

Serie F900 – Aleaciones férricas especiales

PRODUCTOS SIDERURGICOS

Los productos siderúrgicos que salen de los Hornos Altos, Forjas, Láminaciones, etc. al mercado puede ser, el lingote de la primera fundición, o bien, productos elaborados en diferentes formas, siendo estos semiacabados o terminados.

DESIGNACION DE LOS PRODUCTOS SEMIELABORADOS (UNE 36.501)

Lingote: Producto bruto de colada, destinado a ser transformado posteriormente por forja o fundición.

Desbastes: Producto obtenido por una primera laminación o forja.

Palanquilla: Barra de sección cuadrada con aristas redondas con lado entre 40 y 125 mm.

Llantón: Producto de sección rectangular con espesor entre 11 y 125 y anchura entre 200 y 600 mm.

DESIGNACION DE LOS PRODUCTOS ACABADOS (UNE 36.501)

Plano ancho: Producto de sección rectangular con espesor entre 4 y 10 mm y anchura entre 200 y 600 mm.

Llanta: Producto de sección rectangular con espesor entre 10 y 100 mm y anchura entre 10 y 200 mm.

Pletina: Producto de sección rectangular con espesor entre 4 y 10 mm y anchura entre 10 y 200 mm.

Fleje: Producto laminado de sección rectangular, con espesor no superior a 4 mm y anchura sin pasar de los 200 mm.

Chapa: Producto plano de anchura superior a 600 mm

Chapa fina. Espesor inferior a 3 mm

Chapa media. Espesor entre 3 y 6 mm

Chapa gruesa. Espesor superior a 6 mm

Redondo: Producto de sección circular con diámetro superior a 5 mm.

Cuadrado: Producto de sección cuadrada, de lado igual o superior a 8 mm.

Pasamano: Producto de sección segmento circular, con ángulos redondeados.

PERFILES MAS UTILIZADOS

Angular de lados iguales, también llamado angular o perfil en L

Angular de lados desiguales.

Perfil en U

Perfil en T, también llamado viga.

Perfil en doble T, o viga doble.

Carril: Este perfil se divide en tres partes:

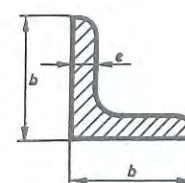
a) cabeza, por donde pasa la rueda.

b) patín, por donde se apoya el carril en la traviesa

c) alma, que corresponde a la unión de la cabeza con el patín.

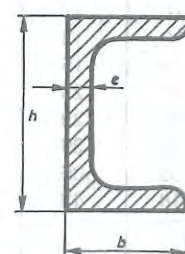
Perfiles especiales: Además de los perfiles ya reseñados, se emplean en la industria otros tipos que, atendiendo a las necesidades, se buscarán en el comercio.

PERFIL EN L



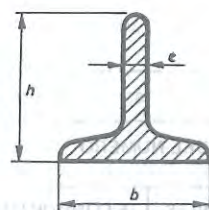
b	e	Peso Kg/m
25	3	1,1
30	3	1,3
35	4	2,0
40	4	2,4
45	5	3,4
50	5	3,7
60	6	5,4
80	8	9,6
100	10	15,0
120	11	25,4

PERFIL EN U



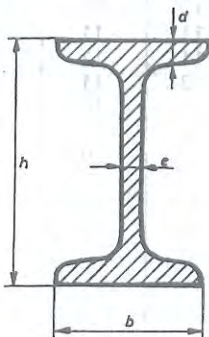
h	b	e	Peso Kg/m
30	15	4	1,74
40	20	5	2,70
60	30	6	5,30
80	45	6	8,64
100	50	6	10,60
120	55	7	13,40
140	60	7	16,01
160	65	7,5	18,84
180	70	8	22,00
200	75	8,5	25,30
220	80	9	29,40
250	80	10	34,00
300	90	13	47,65

PERFIL EN T



h	b	e	Peso Kg/m
20	20	3	1,11
25	25	3,5	1,63
30	30	4	2,24
35	35	4,5	2,95
40	40	5	3,75
45	45	5,5	4,65
50	50	7	6,51
60	60	8	8,96
40	75	8	8,56
80	80	9	13,59
100	100	10	19,20

PERFIL EN DOBLE T



a	b	e	d	Peso Kg/m
80	42	3,9	5,9	5,95
90	46	4,2	6,3	7,07
100	50	4,5	6,8	8,32
110	54	4,8	7,2	9,66
120	58	5,1	7,7	11,15
130	62	5,4	8,1	12,64
140	66	5,7	8,6	14,37
150	70	6,0	9,0	16,01
160	74	6,3	9,5	17,90
170	78	6,6	9,9	19,78
180	82	6,9	10,4	21,90
190	86	7,2	10,8	24,02
200	90	7,5	11,3	26,30
210	94	7,8	11,7	28,57
220	98	8,1	12,2	31,09
230	102	8,4	12,6	33,52
240	106	8,7	13,1	36,19
250	110	9,0	13,6	39,01

Diámetro de tubos empotrados, con indicación del número de conductores por tubo, para los de tipo metálico, rígido y flexible.

MONTAJES EMPOTRADOS

TUBOS METALICOS RIGIDOS NORMALES CON AISLAMIENTO INTERIOR
TUBOS METALICOS FLEXIBLES NORMALES CON O SIN AISLAMIENTO INTERIOR
TUBOS AISLANTES FLEXIBLES NORMALES

DIAMETRO ϕ INTERIOR NOMINAL MINIMO EN mm, PARA TUBOS EN FUNCION DEL N° Y SECCION DE LOS CONDUCTORES QUE HAN DE ALOJAR

Sección nominal de cables en mm ²	1 CONDUCTOR		2 CONDUCTORES		3 CONDUCTORES		4 CONDUCTORES		5 CONDUCTORES	
	P.V.C.	GOMA	P.V.C.	GOMA	P.V.C.	GOMA	P.V.C.	GOMA	P.V.C.	GOMA
1	13	13	13	13	13	13	13	16	13	16
1,5	13	13	13	13	13	13	13	16	13	16
2,5	13	13	13	13	13	13	13	16	13	23
4	13	13	13	16	13	16	16	23	16	23
6	13	16	13	23	16	23	23	23	23	23
10	16	23	23	23	23	23	23	29	29	29
16	33	23	23	29	23	29	29	29	29	36
25	23	29	29	29	29	36	36	36	36	48
35	29	36	29	36	36	48	36	48	48	
50	36	36	36	48	48	48	48	48		
70	36	48	48	48	48					
95	48	48	48							
120	48									

Diámetro de tubos empotrados, con indicación del número de conductores por tubo, para los de tipo aislante, rígido normal, curvable en caliente.

MONTAJES EMPOTRADOS

AISLANTES RIGIDOS NORMALES CURVABLES EN CALIENTE

DIAMETRO INTERIOR NOMINAL MINIMO EN mm, PARA TUBOS EN FUNCION DEL NUMERO Y SECCION DE LOS CONDUCTORES QUE HAN DE ALOJAR

Sección nominal de cables en mm ²	1 CONDUCTOR		2 CONDUCTORES		3 CONDUCTORES		4 CONDUCTORES		5 CONDUCTORES	
	P.V.C.	GOMA	P.V.C.	GOMA	P.V.C.	GOMA	P.V.C.	GOMA	P.V.C.	GOMA
1	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1,5	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2,5	11	11	11	11	11	11	11	11	11	13
4	11	11	11	11	11	11	11	13	11	16
6	11	11	11	13	11	16	13	21	16	21
10	13	16	13	21	16	21	21	29	21	29
16	16	21	21	21	21	29	29	29	29	29
25	21	29	29	29	29	29	29	36	36	36
35	29	29	29	36	29	36	36	36	48	48
50	29	36	36	36	36	36	36	48	88	
70	36	36	36	48	48	48	48	48		
95	36	48	48	48	48	48				
120	48	48	48	48						
150	48	48								

LUBRICANTES

Los lubricantes tienen por finalidad rellenar los entrantes de las superficies, para sustituir la fabricación entre partículas sólidas y resistentes, por otra de menor resistencia, bien sea entre moléculas del mismo lubricante o del lubricante fluido con el elemento a lubricar.

Las características que debe reunir un buen lubricante que podrá ser sólido o líquido, son las siguientes:

- tener gran adherencia
- ser inalterable a la acción del cierre y de la temperatura para la que van a trabajar
- ser inalterable a las variaciones de presión
- ser de gran pureza y no tener ácidos, álcalis o cualquier agente oxidante corrosivo

Los lubricantes podrán ser sólidos o líquidos. Entre los primeros están el grafito, talco, mica, y en los segundos los aceites y las grasas.

Características de los lubricantes

Densidad — Se determina a 20°C

Se mide con el densímetro

Varían entre 0,79 y 0,97 gr/cm³

Viscosidad — Se mide en grado Engler a 20°C para aceites ligeros, los de máquinas a 50°C y los de cilindros a 100°C

Punto de inflamación — Corresponde a la temperatura en que los vapores desprendidos arden un momento al acercarlos una llama. Los lubricantes con un punto de inflamación inferior a 150°C, se consideran no aptos.

Punto de combustión — Corresponde a la temperatura en que los vapores desprendidos, arden de forma permanente al acercarlos una llama. El punto de combustión es superior en 20° a 30°C, al punto de inflamación.

Punto de congelación — Temperatura a la cual el aceite deja de ser fluido, empieza a congelarse.

Punto de acidez — Corresponde al número de mgr de hidróxido potásico que son necesarios para neutralizar los ácidos existentes en un gr de aceite.

Contenido de cenizas — Corresponde a las cenizas que quedan después de quemar el aceite.

ACEITES

Aceites minerales. A este grupo pertenecen la mayoría de los lubricantes utilizados. Entre los más importantes se citan los siguientes:

Aceites para máquinas ligeras

Características — Punto de inflamación — 190°C

Viscosidad Engler — 2,5° a 50°C

Utilización — Mecánica de precisión, máquinas con pequeña carga y máquinas de pequeña velocidad

Aceites ligeros de máquinas

Características — Punto de inflamación — 210°C

Viscosidad Engler — 4,5° a 50°C

Utilización — Máquinas rápidas, tales como; motores eléctricos, y máquinas herramientas.

Aceites pesados de máquinas

Características — Punto de inflamación — 190°C

Viscosidad Engler — 25° a 50°C

Utilización — Máquinas pesadas, reductoras, etc.

Aceites para cilindros

Características — Punto de inflamación — 250° a 300°C

Viscosidad Engler — 3,5° a 9° C

Utilización — Máquinas pesadas que trabajan a elevada temperatura.

ACEITES PARA MOTORES

Denominación de los aceites para motores. Se les designa con las letras SAE (Sociedad de Ingenieros Automovilistas de USA), seguida de números

SAE-70	espeso
SAE-60	extraduro
SAE-50	denso
SAE-40	semidenso
SAE-30	semifluido
SAE-20	fluido

Otras veces, al número le sigue una letra

20 W, fluido
10 W, ligero
5 W, soporta temperaturas entre -7 y -34°C
W, corresponde al grado de viscosidad 10 y 20. Está medida a (~) -18°C y se utiliza para soportar bajas temperaturas.

Clases de aceites. De entre los más importantes se citan los siguientes:

Aceite normal — Se utiliza para trabajos sin mucho esfuerzo

Aceite de primera (premium) — Tiene incorporado productos que le hacen resistente a la corrosión y oxidación.

Aceites detergentes — Tienen la particularidad de limpiar la carbonilla, disolviéndola.

Aceites multigrados — Tiene la particularidad de soportar variaciones de temperatura en verano y en invierno.

VISCOSIDAD

La viscosidad corresponde a la característica más importante de los lubricantes y se puede definir como la resistencia de los fluidos a fluir

La unidad de viscosidad es el stoke (St)

$$1 \text{ stoke} = \frac{1 \text{ poise}}{\text{densidad}}$$

Submúltiplo es el centistoke (cSt), equivalente a la viscosidad del agua a 20°C (exactamente 1,0038 cSt).

Unidades prácticas:

(E) Engler — utilizado en Europa continental

(S) Saybolt — utilizado en USA

(R) Redwood — utilizado en Inglaterra

Equivalencias entre las diferentes unidades:

$$2,2 E_{50} \text{ equivale a } 12.000 S^{210} \text{ equivale a } 10.000 R^{210}$$

Engler — en grados centígrados (C)

Saybolt y Redwood — en grados Fahrenheit (F)

ACEITES AISLANTES PARA USOS ELECTRICOS

Generalidades: Los aceites aislantes para usos eléctricos son generalmente de procedencia mineral, extraídos del petróleo. Pueden ser aceites parafínicos, asfálticos, de resina hidrogenados, etc.

Las características que ha de tener un buen aceite para uso eléctrico, son las siguientes:

1. Tener elevado punto de inflamación y combustión.
2. Ser y conservarse limpio.
3. Tener bajo el punto de congelación
4. No ser propenso a la evaporización por el peligro consecuente a la degradación y a la formación de gases explosivos.
Tampoco deberá ser propenso a la formación de depósitos (fangos)
5. Tener elevada rigidez dieléctrica
6. Resistente a la oxidación a pesar de los cambios de temperatura y el tiempo.
7. Importante es proteger los aceites contra la humedad.

UTILIZACION DE LOS ACEITES AISLANTES

Los elementos eléctricos que utilizan aceites aislantes, son los siguientes:

- Aceites para cables
- Aceites para interruptores
Han de tener bajo coeficiente de dilatación y muy buena rigidez dieléctrica.
- Aceites para condensadores
Serán aceites refinados, con buena rigidez dieléctrica. Su temperatura de congelación será inferior a -15°C. La temperatura de inflamación y combustión serán superiores a 150°C y 170°C respectivamente.
- Aceites para transformadores.

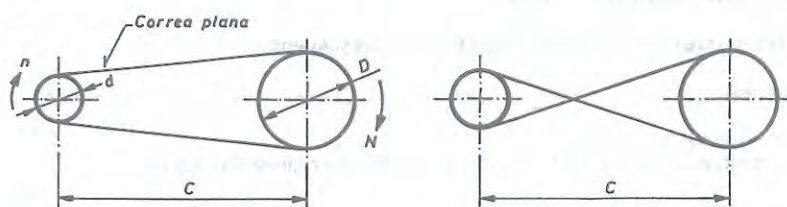
Características principales de los aceites para transformadores:

Características	Valor límite	Observaciones
Punto de inflamación	150°C	En crisol abierto, temperatura mínima
Punto de congelación	-5°C	
Viscosidad Engler	2,5° a 8° C	Máximas entre las temperaturas de 20° y 50°C
Acidez	0,02 %	Valor máximo correspondiente al ácido sulfúrico
Humedad, álcalis y azufre	0	Como se indica en las características, el tener estas impurezas, degrada al aceite y hace perder sus propiedades
Pérdida de peso por evaporación	0,2 %	Valor máximo después de permanecer 5 horas a 100°C
Peso en depósitos en el fondo	0,02 %	Valor máximo después de hacer la prueba anterior
Rigidez dieléctrica en KV	40	Valor dado para esferas de 1,25 cm de ϕ , separadas entre sí, 5 mm.

DUREZA

Se define como dureza a la dificultad ofrecida por un cuerpo a ser penetrado por otro. Para medir la dureza se utilizan diferentes unidades que corresponden a diversos métodos utilizados en la abstención de su valor.

- Método Brinell — El penetrador es una esfera de $\phi = D$
El número de dureza Brinell es $H = P/S$ en $Kp\ mm^{-2}$
- Método Vickers — El penetrador es una pirámide de base cuadrada, con un ángulo en el vértice de 136°
El número de dureza Vickers es $HV = P/S$ en $Kp\ mm^{-2}$
- Método Rockwell — El penetrador es de forma cónica con punta redondeada
En este método, la medición resulta de cierta dificultad
- Método Shore — En este método no hay penetrador. El valor de la medida se obtiene por la altura del rebote de una bola que cae desde una altura determinada sobre la superficie de la pieza a medir.

TRANSMISION DE MOVIMIENTO POR POLEAS**POLEAS PLANAS****RELACION DE TRANSFORMACION (K)**

$$K = \frac{R}{r} = \frac{D}{d} = \frac{n}{N}$$

R - radio de la polea mayor
r - radio de la polea menor
D - diámetro de la polea mayor
d - diámetro de la polea menor
n - r.p.m. de la polea menor
N - r.p.m. de la polea mayor

VELOCIDAD LINEAL DE LA CORREA (V)

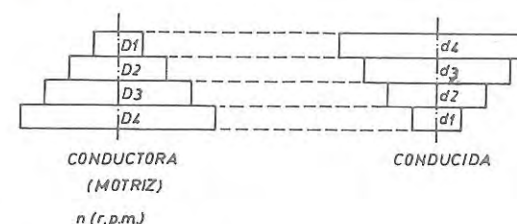
$$V = \frac{L \cdot N}{60}; \quad L = 2 \cdot \pi \cdot r$$

V - velocidad lineal en m/s
L - longitud de la polea en metros
N - r.p.m.

ANCHURA MINIMA DE LA POLEA (a) PARA POLEAS PLANAS

$$a = 600 \sqrt{\frac{P}{D \cdot N}}$$

P - potencia a transmitir en CV
D - diámetro de la polea
N - r.p.m. de la polea

POLEAS ESCALONADAS

$$n_1 = \frac{D_4 \cdot n}{d_1}; \quad n_2 = \frac{D_3 \cdot n}{d_2}; \quad n_3 = \frac{D_2 \cdot n}{d_3}; \quad n_4 = \frac{D_1 \cdot n}{d_4}$$

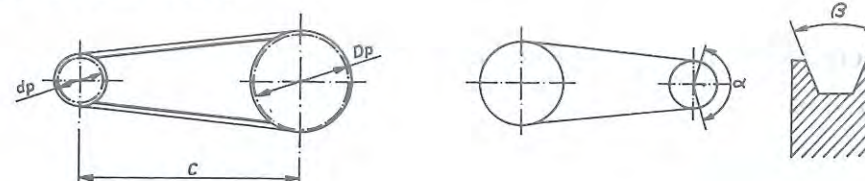
LONGITUD TEORICA DE LA CORREA (L)

a) Correa abierta

$$L = \pi (r + R + 2 \sqrt{(R - r)^2 + c^2})$$

b) Correa cruzada

$$L = \pi (r + R + 2 \sqrt{(R + r)^2 + c^2})$$

POLEAS TRAPEZOIDALES**DATOS NECESARIOS PARA CALCULAR UNA TRANSMISION**

P - potencia a transmitir en CV
N - r.p.m. de la polea mayor
n - r.p.m. de la polea menor
funcionamiento de la máquina que van a ser accionadas
tipo de arranque
forma de paro

RELACION DE TRANSFORMACION (K)

$$K = \frac{N}{n} = \frac{D_p}{d_p}$$

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

De acuerdo con tablas, se establecerá el coeficiente de seguridad, que dependerá del tipo de arranque, funcionamiento y paro de la polea motriz, variando entre 1 y 2 unidades.

DIAMETROS PRIMITIVOS d_p y D_p DE LAS POLEAS

El diámetro de la potencia pequeña se determinará en función de una tabla.

Conociendo el diámetro primitivo d_p de la polea menor

$$D_p = d_p \cdot K$$

Si el diámetro conocido fuera D_p

$$d_p = \frac{D_p}{K}$$

DISTANCIA ENTRE POLEAS (c)

$$c \geq \frac{(K-1) \cdot d_p}{3} + d_p$$

Para un valor de K entre 1 y 3

$$c \geq D$$

LONGITUD PRIMITIVA DE LA POLEA (L_p)

$$L_p = 2 \cdot c + 1,57 (D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4c}$$

VELOCIDAD DE LA CORREA

$$V = \frac{L_p \cdot N}{60} \text{ en m/s}$$

$$V = \frac{0,052 \cdot d_p \cdot N}{1000} \text{ en m/s}$$

La velocidad tangencial no sobrepasará los 30 m/s.

ARCO DE CONTACTO DE LA CORREA CON LA POLEA (α)

$$\alpha = 180 - 57 \frac{D_p - d_p}{c_1}$$

$$c_1 = c \pm \frac{L_p - l}{2}$$

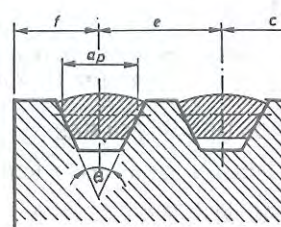
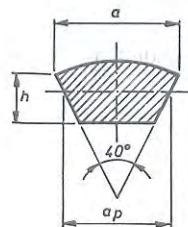
NUMERO DE CORREAS (Q)

$$Q = \frac{P_1}{P_c}$$

Q = núm. de correas
 P_1 = potencia teórica de cálculo
 P_c = potencia por correa

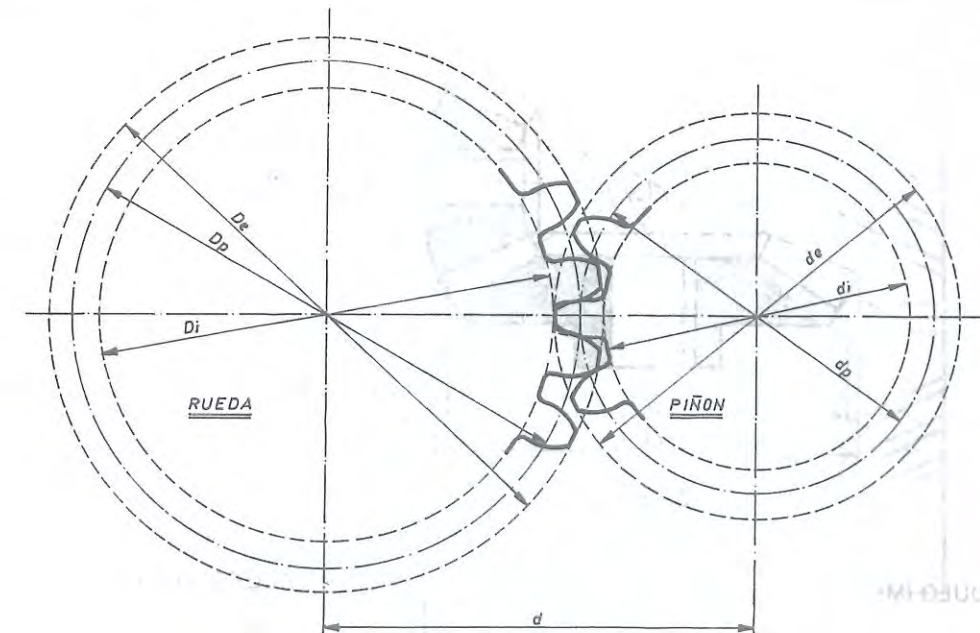
DATOS NECESARIOS PARA APROVISIONAR POLEAS Y CORREAS

D_p diámetro primitivo de la polea mayor
 d_p diámetro primitivo de la polea menor
 Q - núm. de correas (gargantas)
 c - distancia entre ejes



TRANSMISION POR ENGRANAJES

1. ENGRANAJES RECTOS



VALORES A TENER EN CUENTA EN EL MOMENTO DE HACER EL CALCULO

M - módulo
 D_e - diámetro exterior
 D_p - diámetro primitivo
 D_i - diámetro interior
 h - altura del diente
 p - paso
 d - distancia entre ejes
 z - número de dientes del engranaje

CALCULO DE ENGRANAJES

MODULO (M)

$$M = \frac{P}{\pi} = \frac{D_p}{Z} = \frac{D_e}{Z+2} = \frac{D_e - D_p}{2}$$

DIAMETRO EXTERIOR (D_e)

$$D_e = M \cdot (Z + 2)$$

DIAMETRO PRIMITIVO (D_p)

$$D_p = M \cdot Z$$

DIAMETRO INTERIOR (D_i)

$$D_i = D_p - (2 \cdot M \cdot 1,167)$$

ALTURA DEL DIENTE (h)

$$h = M \cdot 2,167$$

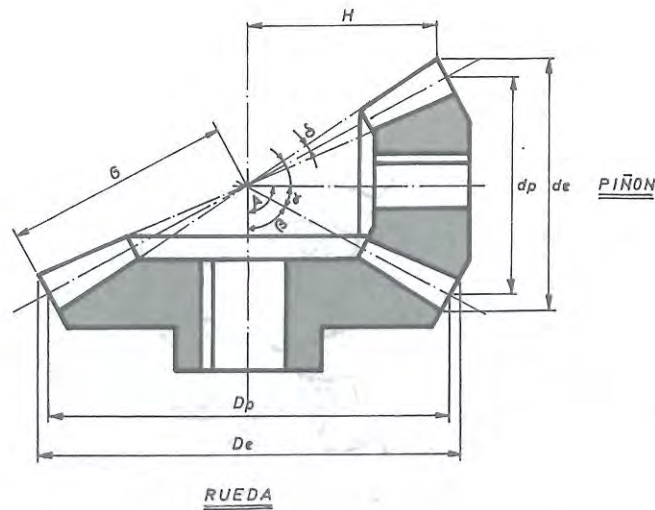
PASO (p)

$$p = M \cdot \pi = \frac{D_p \cdot \pi}{Z} = \frac{D_e \cdot \pi}{Z + 2}$$

DISTANCIA ENTRE EJES (d)

$$d = \frac{D_p + d_p}{2} = \frac{Z + z}{2} \cdot M$$

2. ENGRANAJES CONICOS



MODULO (M)

$$M = \frac{P}{\pi} = \frac{D_p}{Z} = \frac{d_p}{z}$$

DIAMETRO EXTERIOR (De)

$$D_e = D_p + (2 \cdot M \cdot \cos \beta);$$

$$d_e = d_p + (2 \cdot M \cdot \cos \alpha);$$

DIAMETRO PRIMITIVO (Dp)

$$D_p = Z \cdot M = \frac{p \cdot z}{\pi}; \quad d_p = z \cdot m = \frac{p \cdot z}{\pi}$$

NUMERO DE DIENTE (Z)

$$Z = \frac{D_p}{M} = \frac{D_p \cdot \pi}{p};$$

$$z = \frac{d_p}{M} = \frac{d_p \cdot \pi}{p}$$

PASO (p)

$$p = M \cdot \pi = \frac{D_p \cdot \pi}{Z}; \quad p = \frac{d_p \cdot \pi}{z}$$

GENERATRIZ DEL CONO (g)

$$g = \frac{d_e}{2 \cdot \sin \gamma}$$

ALTURA DEL CONO (h)

$$h = \frac{d_e \cdot \operatorname{ctg} \gamma}{2}$$

LONGITUD DEL DIENTE (L)

$$L_{\max} = \frac{g}{2,5}$$

ANGULO DE LOS EJES (A)

$$A = \beta + \alpha; \quad A = \alpha + \beta = 90^\circ$$

ANGULO CENTRAL DE LA RUEDA (β)

$$\beta = A - \alpha$$

ANGULO CENTRAL DEL PIÑON (α)

$$\alpha = A - \beta$$

ANGULO DE CONICIDAD (j)

$$j = \alpha + \delta$$

ANGULO DEL DIENTE (δ)

$$\delta = j - \alpha$$

ANGULO DEL CONO EXTERIOR (φ)

$$\varphi = 90^\circ - \alpha$$

3. ENGRANAJES HELICOIDALES

MODULO

Aparente:

$$M_a = \frac{P_a}{\pi} = \frac{M_r}{\cos \alpha} = \frac{D_p}{Z}$$

Real:

$$M_r = \frac{P_r}{\pi} = M_a \cdot \cos \alpha$$

PASO

Aparente:

$$P_a = \frac{D_p \cdot \pi}{Z} = \frac{P_r}{\cos \alpha} = \frac{M_r \cdot \pi}{\cos \alpha}$$

Real:

$$P_r = M_r \cdot \pi = P_a \cdot \cos \beta$$

NUMERO DE DIENTES (Z)

$$Z = \frac{D_p}{M_a} = \frac{\pi \cdot D_p}{P_a} = \frac{D_p \cdot \cos \alpha}{M_r}$$

DIAMETRO PRIMITIVO (Dp)

$$D_p = M_a \cdot Z = \frac{P_r \cdot Z}{\pi \cdot \cos \alpha} = \frac{D_p \cdot \cos \alpha}{M_r} = \frac{\pi \cdot D_p}{P_a}$$

DIAMETRO EXTERIOR (De)

$$D_e = D_p + 2 \cdot M_r$$

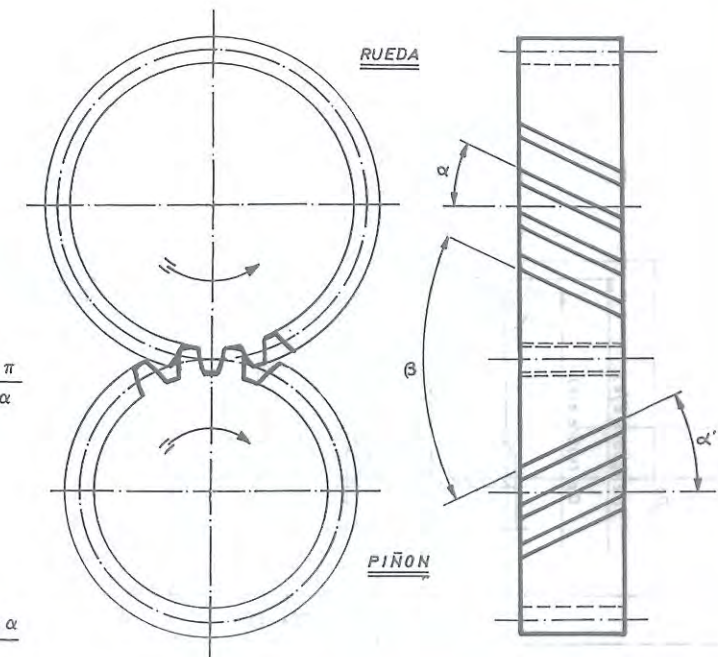
ANGULO DE LA HELICE (α)

$$\cos \alpha = \frac{M_r}{M_a}; \text{ en tablas ángulo } \alpha$$

Ejes paralelos: $\alpha = \alpha'$ (no debe sobrepasar los 20°)Ejes cualquiera: $\alpha + \alpha' = \beta$; ($\alpha > \alpha'$)

ALTURA DEL DIENTE (h)

$$h = 2,25 \cdot M_a$$



ALTURA DE LA ESPIRA DE UNA HELICE (he)

$$h = D_p \cdot \pi \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

ESPESOR DE LA RUEDA (e)

$$e = 10 \cdot M_r = 3 \cdot P_r$$

LONGITUD DEL DIENTE (L)

$$L = \frac{E}{\cos \alpha}$$

INCLINACION DEL DIENTE (I)

$$I = e \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

CRESTA

$$S = M_r = \frac{P_r}{\pi}$$

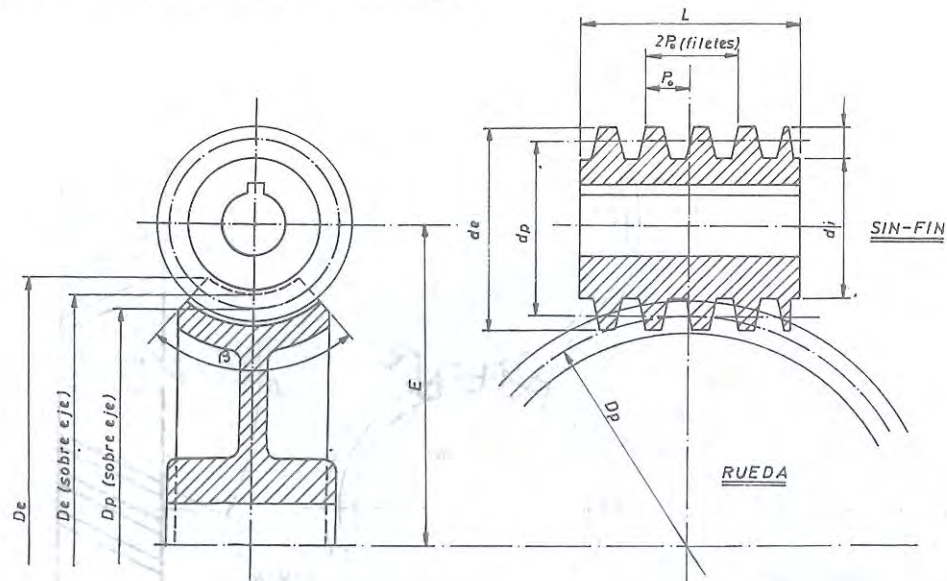
FONDO

$$C = 1,25 \cdot M_r$$

DISTANCIA ENTRE EJES (d)

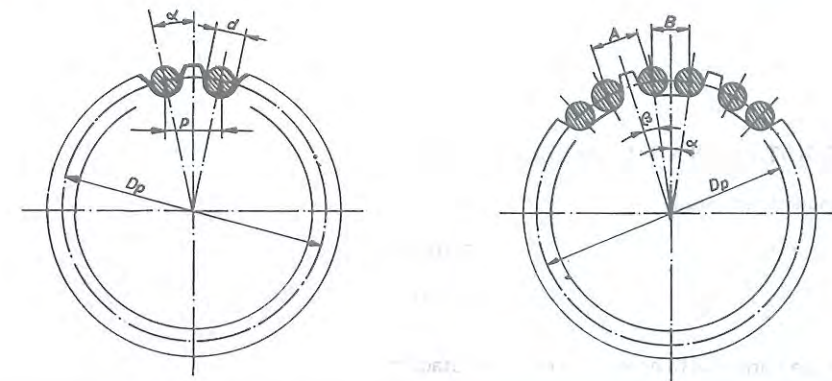
$$d = \frac{D_p + d_p}{2}$$

4. TORNILLO SIN-FIN Y RUEDA TANGENTE



	RUEDA	SIN-FIN
MODULO REAL	$M_r = M_a \cdot \cos \alpha = \frac{P_r}{\pi} = m_r$	$m_r = M_a \cdot \cos \alpha = \frac{P_r}{\pi}$
MODULO APARENTE	$M_a = \frac{M_r}{\cos \alpha} = M \text{ ó tornillo}$	$m_a = \frac{P_a}{\pi} = \frac{m_r}{\sin \alpha}$
MODULO AXIAL		$m_x = \frac{m_r}{\cos \alpha} = \frac{p_0}{\pi}$
PASO REAL	$P_r = M_r \cdot \pi = P_a \cdot \pi$	$p_r = m_r \cdot \pi = p_0 \cdot \cos \alpha$
PASO APARENTE	$P_a = M_a \cdot \pi$	
PASO OBLICUO		$p_0 = \frac{p_r}{\cos \alpha} = \frac{m_r \cdot \pi}{\cos \alpha}$
PASO HELICOIDAL	$P_h = \frac{\pi \cdot D_p}{\tan \alpha}$	$p_h = p_0 \cdot z$
DIAMETRO PRIMITIVO	$D_p = M_a \cdot z$	$d_p = m_a \cdot z$
DIAMETRO EXTERIOR	$D_e = D_p + 2 \cdot M_r$	$d_e = d_p + 2 \cdot m_r$
DIAMETRO DEL PIE	$D_c = D_p - 2,5 M_r$	
LONGITUD DEL TORNILLO		$L \approx 5 \cdot p_x \approx 2 \cdot (1 + \sqrt{z}) \cdot m_r$
ANGULO DE INCLINACION	El mismo que el tornillo	$\sin \alpha = \frac{m_r \cdot z}{d_p}$; α en tablas
DISTANCIA ENTRE EJES (d)		
$d = \frac{D_p + d_p}{2}$		

RUEDAS Y PIÑONES DE CADENA



CADENA SIMPLE

Diámetro exterior (D_e)

$$D_e = D_p + d$$

Diámetro primitivo (D_p)

$$D_p = \frac{p}{\sin \alpha}$$

Diámetro interior (D_i)

$$D_i = D_p - d$$

Número de dientes (N)

En función de la velocidad

Distancia entre rodillos o paso de cadena (p)

$$p = D_p \cdot \sin \alpha$$

Valor del ángulo α

$$\alpha = \frac{180}{N}$$

CADENA DOBLE

Diámetro exterior (D_e)

$$D_e = D_p + d$$

Diámetro primitivo (D_p)

$$D_p = \frac{A}{\sin \beta}$$

Diámetro interior (D_i)

$$D_i = D_p - d$$

Número de dientes (N)

En función de la velocidad

Distancia entre rodillos o paso de cadena (A)

$$A = D_p \cdot \sin \beta$$

Distancia entre ejes de agujeros en el eslabón de unión (B)

$$B = \frac{A (\sin \alpha - \cos \alpha)}{\tan \beta}$$

Valor del ángulo α

$$\alpha = \frac{180}{N}$$

Valor del ángulo β

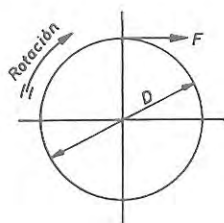
$$\tan \beta = \frac{\sin \alpha}{\frac{B}{A} + \cos \alpha}$$

En tablas ángulo β

MOMENTO DE UNA FUERZA (C)

$$M = F \cdot \frac{D}{2}$$

M - momento en Kgm
F - fuerza en Kg
D - diámetro en m



MOMENTO DE ROTACION NOMINAL DE UN MOTOR

Potencia desarrollada

$$P = F \cdot e$$

P - potencia útil
F - fuerza
e - espacio

Potencia para un útil en movimiento de rotación

$$P = F \cdot \pi \cdot D \cdot \frac{n}{60}$$

$$1 \text{ CV} = 75 \text{ Kgm/s}$$

$$P = F \cdot \frac{\pi \cdot D \cdot n}{75 \cdot 60} \text{ en CV}$$

Potencia dada en el eje del motor

$$P = F \cdot \frac{\pi \cdot D \cdot n}{75 \cdot 60} ; M = F \cdot \frac{D}{2}$$

$$P = 2 M \cdot \frac{\pi \cdot n}{75 \cdot 60}$$

$$P = \frac{M \cdot n}{716}$$

Momento de rotación

$$M = 716 \cdot \frac{P}{n}$$

M - momento de rotación en Kgm
P - potencia útil en CV
n - velocidad en r.p.m.

MOMENTO DE ROTACIÓN NOMINAL DE UN MOTOR ASINCRONO

$$K = \frac{3,6 \cdot N \cdot P}{10^8}$$

$$M = K \cdot \phi \cdot I \cdot \cos \varphi$$

M - momentación de rotación
K - constante de expresión
 ϕ - flujo magnético giratorio
I - intensidad de corriente giratoria
 $\cos \varphi$ - factor de potencia del rotor

MOTORREDUCTORES

Un modo de conseguir velocidades diferentes a la que puede dar el motor como consecuencia de la frecuencia de la red, es utilizando los motorreductores formados por un motor eléctrico (fuerza motriz) y un elemento mecánico de reducción.

Los reductores pueden ser:

- De salida fija
- De dos velocidades fijas
- Con variación de velocidad
 - variador mecánico
 - variador eléctrico

En cuanto a la forma constructiva pueden ser de diferentes formas, tal como se indica en lámina aparte, así como respecto a la salida del eje en el reductor, salida con dos ejes, un eje a 90°; a 180°, etc.

DATOS A TENER EN CUENTA AL HACER EL PEDIDO DE UN MOTORREDUCTOR

a) Motorreductores de ejecución normal

- Potencia en CV ó KW
O también, momento de torsión en el árbol de trabajo en Kgm
- Velocidad del árbol a potencia nominal en r.p.m.
- Clase de servicio
Tipo de máquina accionada
Tiempo de servicio diario en %
Momento de inercia de la máquina accionada, referido al número de revoluciones del motor (PD^2)
- Fuerza radial sobre el árbol de trabajo en Kg
- Altura entre el asiento y el eje en mm.
- Diámetro del eje en mm
- Sistema de accionamiento
 - Acoplamiento directo
 - Correas planas
 - Correas trapezoidales
 - Cadenas
 - Ruedas dentadas

Características eléctricas del motor

- Tensión de la red
- Frecuencia de la red
- Forma de arranque del motor

11 - Forma constructiva del motor

12 - Número de conexiones por hora

OBSERVACIONES IMPORTANTES

La potencia del reductor corresponderá a la del motor. No podrá pedirse al reductor más potencia que la que se indica en su placa de características.

Muy importante es la utilización del aceite recomendado en la placa de características de engrase, así como la frecuencia de cambio periódico y mantenimiento del nivel correcto.

Atención a la temperatura, ya que el aceite con el calor se degrada. En los casos que la temperatura de trabajo de un reductor sea elevada, se deberá refrigerar para no superar límites de temperatura que serían perjudiciales, para el lubricante y el reductor.

En el punto 10 se habla de la forma de arranque del grupo motor-reductor. Para el constructor es importante conocer este apartado, tanto en lo que afecta a si el arranque va a ser suave, medio o brusco, al igual que el tipo de paro.

En el caso de un motor con dos velocidades, al pasar de una a otra velocidad el cambio se hace brusco. Esto también sucede en el paro por electrofreno.

TIPOS DE REDUCCION MAS UTILIZADOS

- 1 - Para trabajos duros se utilizan engranajes cilíndricos con tallado helicoidal.
- 2 - Engranajes cilíndricos con tallado helicoidal con salida a sin-fin y de este a rueda tangente.
- 3 - Por poleas de diámetro variable con variación de diámetro manual o automática.
La correa puede ser de caucho con armadura textil o metálica articulada.
- 4 - Por fricción entre discos, con posibilidad de reglaje de la velocidad de salida del eje.

VARIACION DE VELOCIDAD

La variación de velocidad se puede conseguir mecánica o eléctricamente.

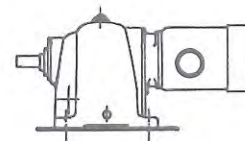
En los puntos 3 y 4 arriba citados se ha tratado de variación de velocidad conseguida mecánicamente.

Utilizando motor de 2 velocidades, se tendrán dos velocidades en el eje.

Si el motor es de corriente continua la velocidad podrá variar desde cero hasta el máximo de velocidad dado por el motor.

Muy importante en caso de utilizar motores de corriente continua es el tener presente que la potencia dada por el motor será la indicada por la placa de características a la velocidad máxima.

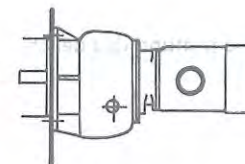
Al reducir la velocidad se reduce la potencia dada por el motor y por tanto, la que tiene el eje del reductor.

DISPOSICION HORIZONTAL**B3**

Caja del reductor:
Con base de fijación

Salida eje:
Izquierda o derecha

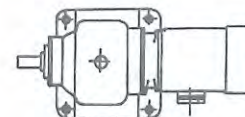
Sujección o montaje:
Por brida de fijación

B5

Caja del reductor:
Con brida de fijación

Salida eje:
Izquierda o derecha

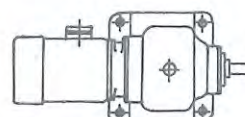
Sujección o montaje:
Por brida de fijación

B6

Caja del reductor:
Con base de fijación

Salida eje:
Izquierda

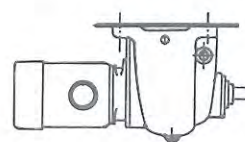
Sujección o montaje:
A la pared

B7

Caja del reductor:
Con base de fijación

Salida eje:
Derecha

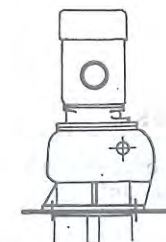
Sujección o montaje:
A la pared

B8

Caja del reductor:
Con base de fijación

Salida de eje:
Izquierda o derecha

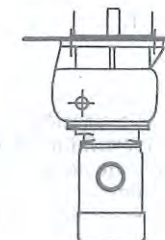
Sujección o montaje:
Al techo

DISPOSICION VERTICAL**V1**

Caja del reductor:
Con brida de fijación

Salida eje:
Hacia abajo

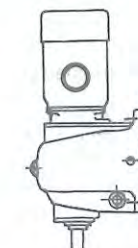
Sujección o montaje:
Por brida abajo

V3

Caja del reductor:
Con brida de fijación

Salida eje:
Hacia arriba

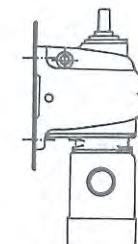
Sujección o montaje:
Por brida arriba

V5

Caja del reductor:
Con base de fijación

Salida eje:
Hacia abajo

Sujección o montaje:
A la pared

V6

Caja del reductor:
Con base de fijación

Salida eje:
Hacia arriba

Sujección o montaje:
A la pared

DIAMETRO PARA ARBOLES DE TRANSMISION

$$(1) d = 122 \sqrt[3]{\frac{P}{n}}$$

d - diámetro en mm
P - potencia a transmitir en CV
n - núm. de r.p.m.

$$(2) d = 1,36 \sqrt[3]{Mt}$$

d - diámetro en mm
Mt - momento torsor en mm/Kg

ARBOLES PARA MOTORES

Calcular el árbol de un motor eléctrico de 50 CV que gira a 1.500 r.p.m., sabiendo que la carga de trabajo del material es de 550 Kg/cm².

$$D = \sqrt[3]{\frac{716.200 \cdot P}{\theta t \cdot n}} = \sqrt[3]{\frac{716.200 \cdot 50}{550 \cdot 1.500}} = 3,5 \text{ cm (35 mm)}$$

NOTA: Si el eje lleva chavetero hay que sumar al diámetro hallado, el doble de la profundidad del chavetero.

$$\theta t = \frac{Mf}{W_{xx}} = \frac{Mf \cdot R}{I_{xx}}$$

θt - carga de trabajo a tracción
Mf - momento flector mínimo en cm · Kg
 W_{xx} - momento resistente de la sección, en cm³ (1)
R - radio del eje en cm
 I_{xx} - momento de inercia, en cm⁴ (2)

$$(1) \text{ para el círculo vale } \frac{\pi \cdot D^3}{32}$$

$$(2) \text{ para el círculo vale } \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$

EJES EN VOLADIZO

El cálculo se hace teniendo en cuenta el trabajo a flexión.

$$D = \sqrt{\frac{10 \cdot Mt}{\theta t}} \text{ en cm}$$

ACOPLAMIENTOS

a) De manguito

$$Mt = Z \cdot F \cdot f \cdot R$$

Mt - momento de rotación
Z - núm. de tornillos
F - fuerza normal ejercida por un tornillo en Kg
f - coeficiente de rozamiento
R - radio del árbol en cm

b) Acoplamiento de casquillo de goma

$$Mt = F \cdot f \cdot Z \cdot \frac{D_1}{2}$$

D_1 - Diámetro del círculo sobre el que van los casquillos de goma

c) Embragues de arrastre

$$Mt = 71.620 \frac{P}{n} = F \cdot f \cdot R$$

P - potencia a transmitir en CV
n - núm. de r.p.m.

GENERALIDADES

Existen diversas formas de conseguir variar la velocidad en el eje de un mismo motor. Entre los más utilizados, se citan los siguientes:

- MOTORES DE DOS VELOCIDADES

- con dos bobinados independientes
- con un solo bobinado, haciendo conmutación de polos en conexión estrella-doble estrella ($\lambda - \lambda\lambda$) en conexión Dahlander ($\Delta - \lambda$)

- MOTORES DE TRES VELOCIDADES

- un bobinado independiente + un bobinado en conexión Dahlander

- MOTORES DE CUATRO VELOCIDADES

- dos bobinados independientes en conexión Dahlander

- MOTOR CON ROTOR BOBINADO

- posibilidad de reducción de hasta 50 % de su velocidad nominal

Para conseguir una determinada potencia en eje, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Para una reducción de la velocidad hasta un 25 %, la potencia del motor deberá ser un 12 % mayor que la potencia pedida en el eje.
- Para una reducción de la velocidad hasta un 50 %, la potencia del motor deberá ser un 35 % mayor que la potencia pedida en el eje.

Para conseguir un par lineal decreciente con el número de r.p.m., se deberá tener en cuenta lo siguiente

- Para una reducción de la velocidad hasta un 25 %, la potencia del motor deberá ser un 6 % mayor que la potencia pedida en el eje.
- Para una reducción de la velocidad hasta un 50 %, la potencia del motor deberá ser un 20 % mayor que la potencia pedida en el eje.

- UTILIZACION DE CONVERTIDOR DE FRECUENCIA Y MOTORES NORMALES

Se puede variar la velocidad de un motor asíncrono, variando la frecuencia y la tensión en relación inversa.

Sea por ejemplo un motor de 30 CV a 220/380 V, 50 Hz y 3.000 r.p.m., con red de 380 V

Caso nº 1 - Aumento de velocidad a 6.000 r.p.m.

$$\Delta Hz = \frac{n_1}{n} = \frac{6.000}{3.000} = 2$$

$$Hz_1 = Hz \cdot \Delta Hz = 50 \cdot 2 = 100 \text{ c.s.}$$

$$V_1 = \frac{V}{\Delta Hz} = \frac{380}{2} = 190 \text{ V}$$

Caso nº 2 - Reducción de velocidad a 1.000 r.p.m.

$$\Delta Hz = \frac{n_1}{n} = \frac{1.000}{3.000} = \frac{1}{3}$$

$$Hz_1 = Hz \cdot \Delta Hz = 50 \cdot \frac{1}{3} = 16,66 \text{ c.s.}$$

$$U_1 = \frac{U}{\Delta Hz} = 380 : \frac{1}{3} = 1.140 \text{ V}$$

— MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Actualmente resulta fácil obtener c.c. para motores de gran potencia rectificando corrientes alternas. Por este motivo el gran incremento experimentado en la utilización de motores de c.c., con la ventaja que supone el empleo de avanzados y modernos dispositivos de control, para conseguir una estabilidad en la velocidad con variación de carga, así como obtener las velocidades que se precisan en cada momento de un proceso de fabricación.

Se utilizan cuatro tipos de motores de c.c.

- Motor de excitación independiente
- Motor de excitación serie
- Motor de excitación derivación (shunt)
- Motor de excitación compuesta

Fórmulas sobre motores de c.c.

PAR DESARROLLADO POR UN MOTOR (M)

$$M = \frac{N \cdot \phi \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot 9,8 \cdot 10^8}$$

M - par desarrollado por el eje en Kgm/s
N - nº de espiras del inducido
 ϕ - flujo útil en maxwelios
I - intensidad absorbida por el motor

FUERZA CONTRA ELECTROMOTRIZ DE UN MOTOR (f.c.e.m.)

$$e = V_b - r \cdot I$$

e - f.c.e.m.
V_b - tensión en bornes
r - resistencia interior del devanado
I - intensidad absorbida por el motor

VELOCIDAD DE UN MOTOR (n)

$$n = \frac{(V_b - r \cdot I) \cdot 60 \cdot 10^8}{N \cdot \phi} \text{ en r.p.m.}$$

RENDIMIENTO ELECTRICO DE UN MOTOR (η_e)

$$\eta_e = \frac{e}{V_b}$$

RENDIMIENTO MECANICO DEL MOTOR (η)

$$\eta = \frac{P}{V_b \cdot I}$$

η - rendimiento
P - potencia al freno en W

Fórmulas sobre motores de c.a.

VELOCIDAD DE UN MOTOR (n)

$$n = \frac{60 \cdot F}{P} \quad (1)$$

n - núm. de r.p.m.
F - frecuencia en Hz
P - pares de polos del motor

- (1) Esta fórmula da la velocidad del motor síncrono. Para un motor asíncrono, la velocidad real n_1 , es inferior a la dada por esta fórmula.

DESLIZAMIENTO (d)

$$d = \frac{n}{n_1} \text{ en tanto por 100}$$

PAR NOMINAL

$$M = 973 \frac{P}{n}$$

M - par nominal en Nm
P - potencia nominal en KW
n - núm. de r.p.m.

POTENCIA ABSORBIDA POR UN MOTOR III (P_a)

$$(1) P_a = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ en W}$$

$$(2) P_a = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi}{736} \text{ en CV}$$

$$(3) P_a = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi}{1.000} \text{ en KW}$$

INTENSIDAD ABSORBIDA (I)

$$(1) I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

$$(2) I = \frac{736 \cdot CV}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

$$(3) I = \frac{1000 \cdot KW}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

POTENCIA UTIL EN EL EJE DEL MOTOR (P_u)

$$P_u = P_a \cdot \eta$$

RENDIMIENTO (η)

$$\eta = \frac{P_u}{P_a}$$

POTENCIA FISCAL EN MOTORES DE EXPLOSION

$$H = 0,08 (0,785 \cdot D^2 \cdot R)^{0,6} \cdot n$$

H - potencia en caballos fiscales (CVf)
D - diámetro del cilindro
R - recorrido del cilindro
n - núm. de cilindros

NOTA: Para motor de 2 tiempos, se sustituye 0,08 por 0,11.

POTENCIAS PARA MOTORES DE ALGUNAS MAQUINAS

ASCENSORES Y MONTACARGAS

$$(1) P = \frac{Q \cdot v}{75 \cdot \eta}$$

$$(2) P = \frac{1}{2} \cdot \frac{F \cdot v}{10^3 \cdot \eta}$$

P - potencia en CV
Q - carga útil en Kg
v - velocidad de elevación en m/s
 η - rendimiento
P - potencia en KW
F - carga útil en Kg
v - velocidad en m/s
 η - rendimiento

Se supone que el contrapeso equivale al peso del ascensor, más la mitad de la carga.

EN MECANISMOS DE ELEVACION

$$P = \frac{F \cdot v}{10^3 \cdot \eta}$$

P - potencia en KW
F - carga útil en Kg
v - velocidad en m/s
 η - rendimiento

EN ELEMENTOS GIRATORIOS

$$P = \frac{M \cdot n}{9.550}$$

P - potencia en KW
M - par motor en Nm
n - velocidad en r.p.m.

EN MOTOBOMBAS

$$P = \frac{Q \cdot d \cdot h}{\eta}$$

P - potencia en KW
Q - caudal del líquido en m³/s
d - densidad del líquido en Kg/dm³
h - altura a elevar en m
η - rendimiento

Para agua

$$P = \frac{Q \cdot h}{75 \cdot \eta}$$

P - potencia en CV
Q - caudal en m³/s
h - altura a elevar en m
η - rendimiento

EN VENTILADORES

$$(1) P = \frac{Q \cdot p}{10^3 \cdot \eta}$$

P - potencia en KW
Q - caudal de aire en m³/s
p - presión en mm de columna de agua (c.d.a.)
η - rendimiento

$$(2) P = \frac{Q \cdot p}{75 \cdot \eta}$$

P - potencia en CV

Otros casos particulares

POTENCIA PARA MOTORES HELICOIDALES

El gasto varía de 200 a 100.000 m³/h, según los tipos de aparatos y para depresiones que varían de 0 a 60 mm de columna de agua.

$$P = \frac{Q \cdot p}{150.000}$$

P - potencia en CV
Q - caudal en m³/h
p - presión columna de agua

POTENCIA PARA MOTORES DE VENTILADORES CENTRIFUGOS

El gasto varía entre 100 a 200.000 m³/h, según tipos de aparatos y para depresiones que varían de 10 a 250 mm de columna de agua.

$$P = \frac{Q \cdot p}{210.000}$$

P - potencia en CV
Q - caudal en m³/h
p - presión columna de agua

OTRAS FORMULAS INTERESANTES

FUERZA DE ATRACCION DE UN ELECTROIMAN

$$P = \frac{10,2 \cdot \beta \cdot L \cdot I}{10^8}$$

F - fuerza en Kg
β - inducción de gauss
L - longitud del conductor en centímetros (cm)
I - intensidad

POTENCIA TEORICA DADA POR UN SALTO DE AGUA

$$P = \frac{Q \cdot h}{75 \cdot \eta}$$

P - potencia en CV
Q - caudal del salto en L/s
h - altura del salto
η - rendimiento (variable entre 0,6 y 0,75)

ESCALAS

Extracto de la norma DIN 823

Tamaño natural E, 1:1

Reducciones E, 1:2,5 (= 4:10)
1:5 (= 2:10)
1:10
1:20
1:50
1:100
1:200
1:500
1:1000

Ampliaciones E, 2:1
5:1
10:1

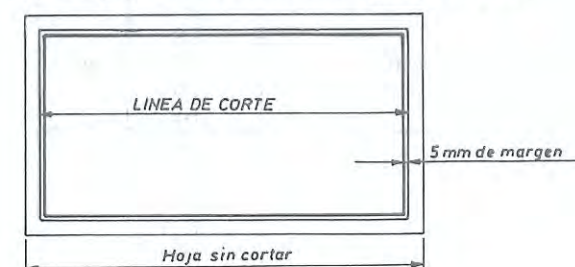
FORMATOS

Extracto de la norma DIN 823

Designación del formato	Línea de corte en el dibujo original y líneas de corte	Formato final en m²	Hoja en bruto para impresión aislada (medidas mín.)
4A0	1682 x 2378	4	1720 x 2420
2A0	1189 x 1682	2	1230 x 1720
A0	841 x 1189	1	880 x 1230
A1	594 x 841	1/2	625 x 880
A2	420 x 594	1/4	450 x 625
A3	297 x 420	1/8	330 x 450
A4	210 x 297	1/16	240 x 330
A5	148 x 210	1/32	165 x 240
A6	105 x 148	1/64	120 x 165

DIMENSIONES DEL FORMATO

Seguidamente se representa el formato base según norma DIN



ORGANISMOS DE NORMALIZACION

País	Denominación Normas	Organismo normalizador
España	UNE	Instituto de racionalización y normalización
Italia	UNI	Ente nacional italiano de normalización
Francia	NF	Asociación francesa de normas
Alemania	DIN	Comité alemán de normas
Internacional	ISO	Organización internacional de normalización

FAMILIA DE AJUSTES ISA Ajustes recomendados

AGUJERO UNICO		TIPO DE AJUSTE	EJE UNICO	
Agujero ISA	Eje ISA		Agujero ISA	Eje ISA
H6	g5 h5	con juego	G6 H6	h5
	j6 j5 k6 k5 m5 n5	intermedio	J6 K6 M6 N6	
	p5 r5 s5 t5 u5	con aprieto	P6 R6 S6 T6 U6	
H7	f7 f6 g6 h6	con juego	F8 F7 G7 H7	h6
	j6 k6 m6 n6	intermedio	J7 K7 M7 N7	
	p6 r6 s6 u6 46 x6 z6 za6	con aprieto	P7 R7 S7 T7 U7 X7 Z7 ZA7	
H8	d9 e8 f7 h9 u8 x8	con juego	C11 D10 E9 F8 H11 H8	h9
	a11 b12 b11 c11 d11 d9 h11 h9	con juego	A11 B12 B11 C11 D11 D10 D9 H11 H9	
H11	x11 z11 za11 zb11 zc11	con aprieto	X11 Z11 ZA11 ZB11 ZC11	h11

Tolerancias ISO para ejes

Límites en μm ($1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$)

Referencia	Límites	Diametro nominal (en mm)																							
		de 3 a 6	de 6 a 10	de 10 a 18	de 18 a 30	de 30 a 40	de 40 a 50	de 50 a 65	de 65 a 80	de 80 a 100	de 100 a 120	de 120 a 140	de 140 a 160	de 160 a 180	de 180 a 200	de 200 a 225	de 225 a 250	de 250 a 280	de 280 a 315	de 315 a 355	de 355 a 400	de 400 a 450	de 450 a 500		
		sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.	sup. inf.		
a 12		-270 -390	-280 -430	-290 -470	-300 -510	-310 -560	-320 -570	-340 -640	-360 -660	-380 -730	-410 -760	-460 -860	-520 -920	-580 -980	-660 -1120	-740 -1200	-820 -1280	-920 -1440	-1050 -1570	-1200 -1770	-1350 -1920	-1500 -2130	-1650 -2280		
a 13		-270 -450	-280 -500	-290 -560	-300 -630	-310 -700	-320 -710	-340 -800	-360 -820	-380 -920	-410 -950	-460 -1090	-520 -1150	-580 -1210	-660 -1380	-740 -1460	-820 -1540	-920 -1730	-1050 -1860	-1200 -2190	-1350 -2240	-1500 -2470	-1650 -2620		
c 12		-70 -190	-80 -230	-95 -275	-110 -320	-120 -370	-130 -380	-140 -440	-150 -450	-170 -520	-180 -530	-200 -600	-210 -610	-230 -630	-240 -700	-260 -720	-280 -740	-300 -820	-330 -850	-360 -930	-400 -970	-440 -1070	-480 -1110		
d 6		-30 -38	-40 -49	-50 -61	-65 -78	-80 -96	-100 -119	-120 -142	-145 -170	-170 -199	-190 -222	-210 -246	-230 -270	-250 -284	-280 -318	-310 -344	-340 -370	-370 -406	-400 -436	-430 -466	-460 -496	-490 -526	-520 -556		
e 6		-20 -28	-25 -34	-32 -43	-40 -53	-50 -66	-60 -79	-72 -94	-85 -110	-100 -129	-110 -142	-125 -156	-140 -170	-155 -185	-170 -200	-185 -215	-200 -230	-220 -250	-240 -270	-260 -290	-280 -310	-300 -330	-320 -350		
e 7		-20 -32	-25 -40	-32 -50	-40 -61	-50 -75	-60 -90	-72 -107	-85 -125	-100 -146	-110 -162	-125 -182	-140 -198	-155 -214	-170 -230	-185 -245	-200 -260	-220 -280	-240 -300	-260 -320	-280 -340	-300 -360	-320 -380		
e 12		-20 -140	-25 -175	-32 -212	-40 -250	-50 -300	-60 -360	-72 -422	-85 -485	-100 -560	-110 -630	-125 -695	-140 -765	-155 -835	-170 -905	-185 -975	-200 -1045	-220 -1115	-240 -1185	-260 -1255	-280 -1325	-300 -1395	-320 -1465		
f 5		-10 -15	-13 -19	-16 -24	-20 -29	-25 -36	-30 -43	-36 -51	-43 -58	-50 -66	-56 -74	-62 -80	-68 -86	-74 -92	-80 -98	-86 -104	-92 -110	-98 -116	-104 -122	-110 -128	-116 -134	-122 -140	-128 -146		
f 6		-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41	-30 -49	-36 -58	-43 -68	-50 -79	-56 -88	-62 -98	-68 -108	-74 -118	-80 -128	-86 -138	-92 -148	-98 -158	-104 -168	-110 -178	-116 -188	-122 -198	-128 -208		
g 5		-4 -9	-5 -11	-6 -14	-7 -16	-9 -20	-10 -23	-12 -27	-14 -32	-15 -35	-17 -39	-18 -43	-20 -47	-22 -51	-24 -55	-26 -59	-28 -63	-30 -67	-32 -71	-34 -75	-36 -79	-38 -83	-40 -87		
g 6		-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-12 -34	-14 -39	-15 -44	-17 -49	-18 -54	-20 -59	-22 -64	-24 -69	-26 -74	-28 -79	-30 -84	-32 -89	-34 -94	-36 -99	-38 -104	-40 -109		
h 5		0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -20	0 -23	0 -25	0 -27	0 -30	0 -32	0 -34	0 -36	0 -38	0 -40	0 -42	0 -44	0 -46	0 -48		
h 6		0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25	0 -29	0 -32	0 -36	0 -40	0 -44	0 -48	0 -52	0 -56	0 -60	0 -64	0 -68	0 -72	0 -76	0 -80		
h 7		0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -58	0 -64	0 -70	0 -76	0 -82	0 -88	0 -94	0 -100	0 -106	0 -112	0 -118	0 -124		
h 8		0 -18	0 -22	0 -27	0 -33	0 -39	0 -46	0 -54	0 -63	0 -72	0 -81	0 -89	0 -97	0 -106	0 -115	0 -124	0 -133	0 -142	0 -151	0 -160	0 -169	0 -178	0 -187		
h 10		0 -48	0 -58	0 -70	0 -84	0 -100	0 -120	0 -140	0 -160	0 -185	0 -210	0 -230	0 -250	0 -270	0 -290	0 -310	0 -330	0 -350	0 -370	0 -390	0 -410	0 -430	0 -450		
h 11		0 -75	0 -90	0 -110	0 -130	0 -160	0 -190	0 -220	0 -250	0 -290	0 -320	0 -360	0 -400	0 -440	0 -480	0 -520	0 -560	0 -600	0 -640	0 -680	0 -720	0 -760	0 -800		
h 13		0 -180	0 -220	0 -270	0 -330	0 -390	0 -460	0 -540	0 -630	0 -720	0 -810	0 -890	0 -970	0 -1060	0 -1150	0 -1240	0 -1330	0 -1420	0 -1510	0 -1600	0 -1690	0 -1780	0 -1870		
j 5		+3 -2	+4 -2	+5 -3	+5 -4	+6 -5	+6 -7	+6 -9	+7 -11	+7 -13	+7 -16	+7 -18	+7 -20	+7 -22	+7 -24	+7 -26	+7 -28	+7 -30	+7 -32	+7 -34	+7 -36	+7 -38	+7 -40		
j 6		+6 -2	+7 -2	+8 -3	+9 -4	+11 -5	+12 -7	+13 -9	+14 -11	+16 -13	+16 -16	+18 -18	+20 -20	+22 -22	+24 -24	+26 -26	+28 -28	+30 -30	+32 -32	+34 -34	+36 -36	+38 -38	+40 -40		
j 7		+8 -4	+10 -5	+12 -6	+13 -8	+15 -10	+18 -12	+20 -15	+22 -18	+25 -21	+26 -24	+29 -26	+31 -28	+34 -30	+37 -33	+40 -36	+43 -39	+46 -42	+49 -45	+52 -48	+55 -51	+58 -54	+61 -57		
k 5		+6 +1	+7 +1	+9 +1	+11 +2	+13 +2	+15 +2	+18 +3	+20 +3	+24 +4	+27 +4	+30 +4	+34 +5	+37 +5	+41 +5	+45 +5	+49 +5	+53 +5	+57 +5	+61 +5	+65 +5	+69 +5	+73 +5		
k 6		+9 +1	+10 +1	+12 +1	+15 +2	+18 +2	+21 +2	+25 +3	+28 +3	+33 +4	+37 +4	+41 +4	+46 +4	+50 +5	+55 +5	+60 +5	+65 +5	+70 +5	+75 +5	+80 +5	+85 +5	+90 +5	+95 +5		
m 5		+9 +4	+12 +6	+15 +7	+17 +8	+20 +9	+24 +11	+28 +13	+33 +15	+37 +17	+41 +19	+46 +21	+50 +23	+55 +25	+60 +27	+65 +29	+70 +31	+75 +33	+80 +35	+85 +37	+90 +39	+95 +41	+100 +43		
m 6		+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+35 +13	+40 +15	+46 +17	+52 +19	+58 +21	+64 +23	+70 +25	+76 +27	+82 +29	+88 +31	+94 +33	+100 +35	+106 +37	+112 +39	+118 +41	+124 +43		
n 5		+13 +8	+16 +10	+20 +12	+24 +15	+28 +17	+33 +20	+38 +23	+45 +27	+51 +31	+57 +33	+64 +35	+70 +37	+77 +39	+84 +41	+91 +43	+98 +45	+105 +47	+112 +49	+120 +51	+127 +53	+135 +55	+142 +57		
n 6		+16 +8	+19 +10	+23 +12	+28 +15	+33 +17	+39 +20	+45 +23	+52 +27	+60 +31	+66 +33	+73 +35	+80 +37	+87 +39	+94 +41	+101 +43	+108 +45	+115 +47	+122 +49	+130 +51	+137 +53	+145 +55	+152 +57		
p 6		+20 +12	+24 +15	+29 +18	+35 +22	+42 +26	+51 +32	+59 +37	+68 +43	+79 +50	+88 +57	+98 +64	+108 +71	+118 +78	+128 +85	+138 +92	+148 +99	+158 +106	+168 +113	+178 +120	+188 +127	+198 +134	+208 +141		

Tolerancias ISO para agujeros

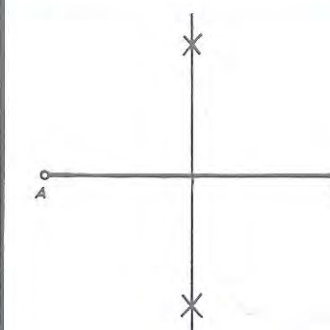
130

Límites en μm ($1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$)

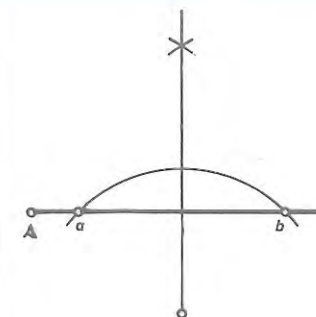
Referencia	Límites	Diametro nominal (en mm)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
		de 3 a 6		de 6 a 10		de 10 a 18		de 18 a 30		de 30 a 40		de 40 a 50		de 50 a 65		de 65 a 80		de 80 a 100		de 100 a 120		de 120 a 140		de 140 a 160		de 160 a 180		de 180 a 200		de 200 a 225		de 225 a 250		de 250 a 280		de 280 a 315		de 315 a 355		de 355 a 400		de 400 a 450		de 450 a 500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

Figuras geométricas

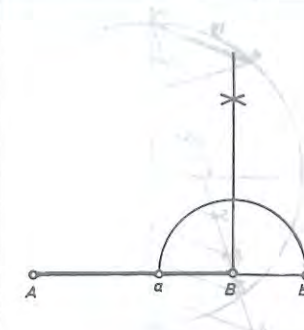
131



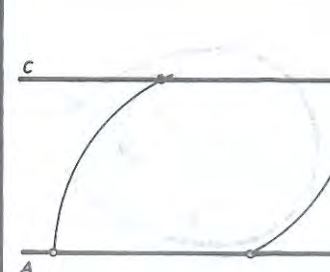
1



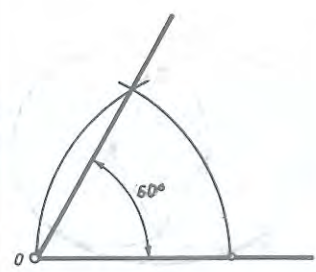
2



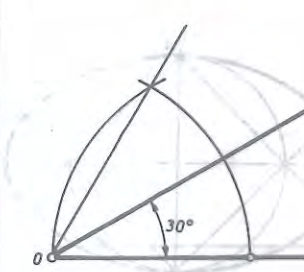
3



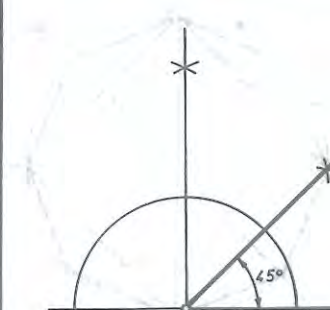
4



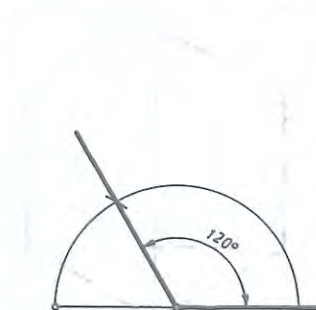
5



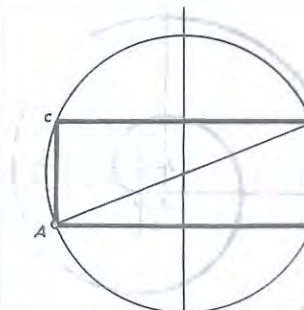
6



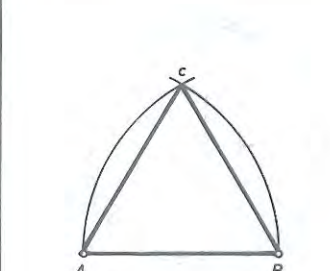
7



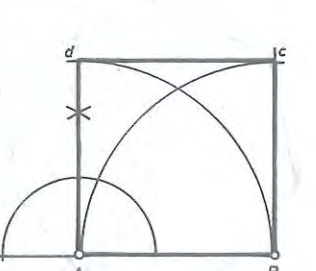
8



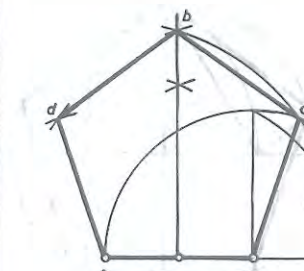
9



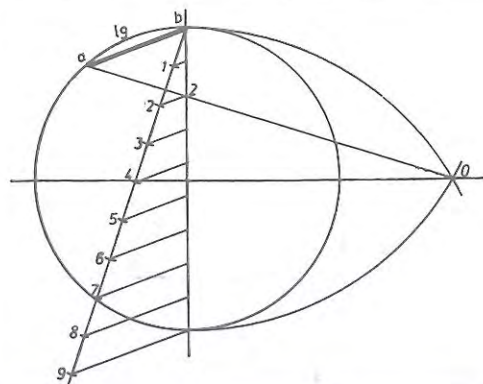
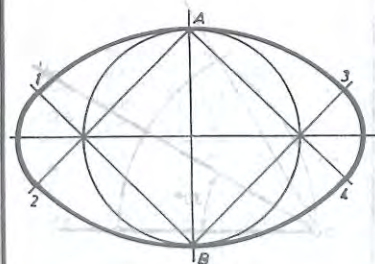
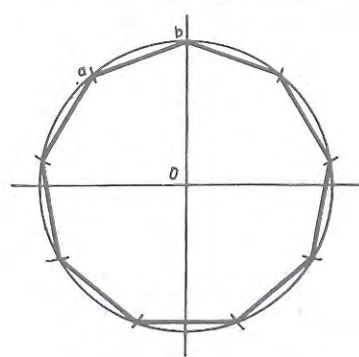
10



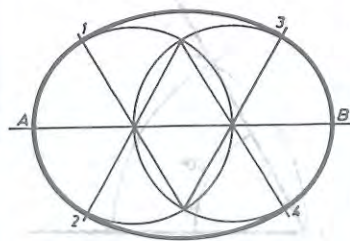
11



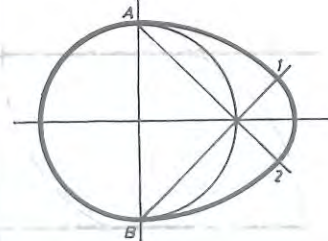
12

13 13_{BIS}

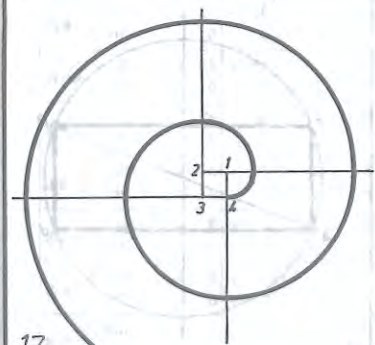
14



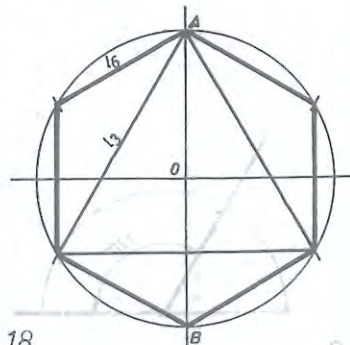
15



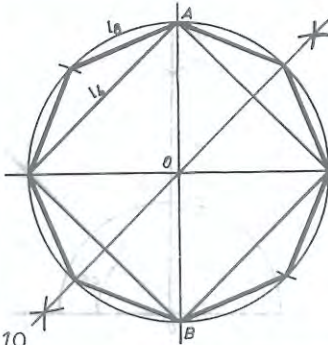
16



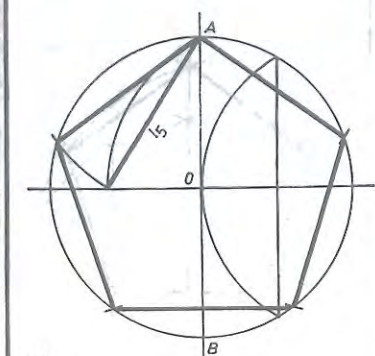
17



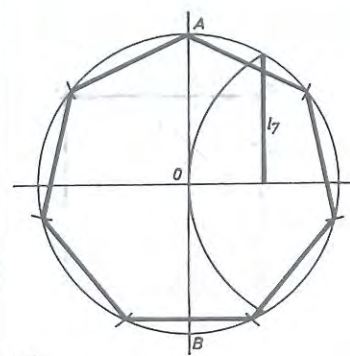
18



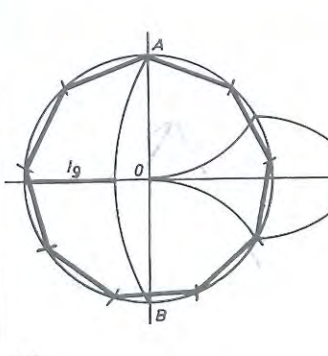
19



20



21



22

FIGURAS GEOMETRICAS (Lámina anterior)

1. Levantar una perpendicular a la recta A-B
2. Levantar una perpendicular a la recta A-B, tomando como referencia el punto C
3. Levantar una perpendicular a la recta A-B, por su extremo B
4. A la recta A-B trazarle otra paralela C-D
5. Construir un ángulo de 60°
6. Construir un ángulo de 30°
7. Construir un ángulo de 45°
8. Construir un ángulo de 120°
9. Construir un rectángulo, dada la diagonal A-B
10. Construir un triángulo equilátero, dado el lado A-B
11. Construir un cuadrado, conocido su lado A-B
12. Construir un pentágono, dado el lado A-B
- 13 y 13 bis. Proceso de construcción de un polígono, dado el núm. de lados. En este caso 9 lados.
14. Construcción de un óvalo dado el eje menor A-B
15. Construcción de un óvalo dado el eje mayor A-B
16. Construcción de un ovoide conociendo en eje menor A-B
17. Voluta. Envolvente de un cuadrado
18. Construcción de un exágono y un triángulo inscritos en la circunferencia
19. Construcción de un rectángulo y un cuadrado inscritos en la circunferencia
20. Construcción de un pentágono inscrito en la circunferencia
21. Construcción de un heptágono inscrito en la circunferencia
22. Construcción de un polígono de 9 lados inscrito en la circunferencia

Acondicionamiento

TEMPERATURA DE AMBIENTE DE TRABAJO

Límites de trabajo

Sedentario	17° a 22° C
Ordinario	15° a 18° C
Duro	12° a 15° C

Humedad 40% a 60 %
< 50 % cuando hay peligro de generarse electricidad estática

Anhidrido carbónico — CO₂ < 50/10.000

Monóxido de carbono — CO < 1/10.000

SONORIDAD

Zona de audición del hombre

Entre 16 (0 db) y 20.000 (120 db) vibraciones por segundo

< 16 vibr/seg — INFRASONIDOS

> 20.000 vibr/seg — ULTRASONIDOS

Intensidad de sonido (B)

I - Intensidad de sonido en vatios/cm²
I₀ - Intensidad de otro sonido referencia, en vatios/cm²

$$B = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ en decibelios (db)}$$

Algunos valores de intensidad de sonido

Sonido	Intensidad		Sonido	Intensidad	
	db	W/cm ²		db	W/cm ²
Más débil	0	10 ⁻¹⁶	Conversión	65	10 ^{-9,5}
Radio (moderado)	40	10 ⁻¹²	Calle con tráfico	70	10 ⁻⁹
Automóvil	40	10 ⁻¹¹	Ferrocarril	90	10 ⁻⁷
Oficina	55	10 ^{-10,5}	Más intenso	120	10 ⁻⁴

Sonoridad debida a los ventiladores

$$f = 24 \sqrt[3]{V}$$

f - fonos

V - velocidad periférica en m/s

TEMPERATURA OPTIMA DE LOCALES

	Tª seca °C	Humedad	Tª efectiva °C
Habitaciones, dormitorios, salas particulares, oficinas, escuelas, teatros, hoteles, etc.			
1. para adultos	24,5	19	20
2. para niños	23,5	35	20
3. para ancianos	25	35	21
Adultos en trabajo ligero	21	35	18,3
Adultos en trabajo pesado	20	15	16,7
Cuartos de baño	22	15	18
Cocinas	21	15	17,5
Quirófanos	27	50	23,5
Gimnasios	18	15	15,5
Garajes	18	15	15,5
Tiendas	20	35	17,5

DIAMETRO DE UNA CONDUCCION DE AIRE

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

d - diámetro del tubo en mm

Q - caudal en m³/s

v - velocidad del aire en el tubo

CAUDAL DE AIRE QUE PASA POR UNA TUBERIA

$$Q = S \cdot v$$

Q - en m³/hS - en m²

v - en m/s · 3.600 (m/h)

POTENCIA DE UN VENTILADOR

$$P = \frac{Q \cdot p}{\eta \cdot 75}$$

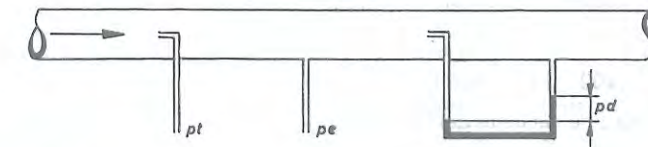
P - potencia en CV

Q - caudal en m³/s

p - presión en mm c.a.

η - rendimiento del ventilador

MEDICION DE PRESION EN UNA TUBERIA



pt - presión total

pe - presión estática

pd - presión dinámica

$$pt = pe + pd$$

$$pd = \frac{v^2 \cdot d}{2 \cdot g}$$

pd - presión dinámica en mm c.a.

v - velocidad del aire en m/s

d - densidad del aire en Kg/m³

g - aceleración (9,81)

VELOCIDAD DEL AIRE EN UNA TUBERIA

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot pd}{d}}$$

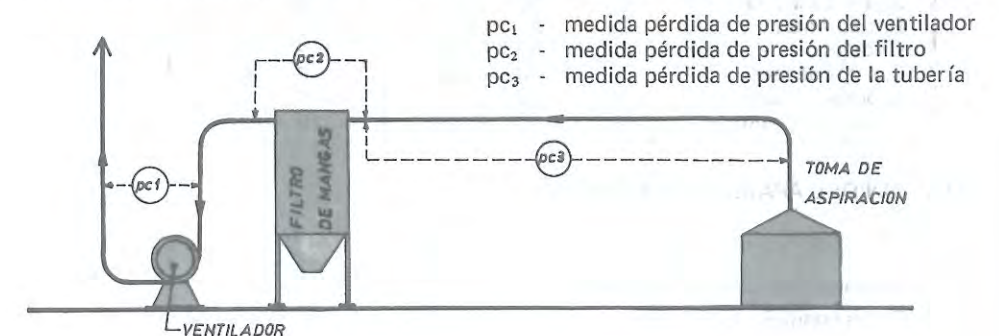
v - velocidad en m/s

g - aceleración (9,81)

pd - presión dinámica en mm de c.a.

d - peso de un m³ de aire en Kg

CIRCUITO DE ASPIRACION (lugares de medición de pérdida de carga en mm de c.a.)



ASPIRACION DE LOCALES Y CALCULO DE POTENCIA DE LOS MOTORES

Renovaciones de aire de un local

El volumen de aire a renovar en un local podrá calcularse en función de la naturaleza del local y del número de personas que lo ocupan.

A la hora de hacer el cálculo, es conveniente hacerlo atendiendo a los dos puntos indicados arriba, eligiendo el que mayor número de revoluciones dé.

EJEMPLO: Sea un local cuyas medidas son 70 x 30 x 4 m, ocupados por 80 personas y que está destinado a taller.

1) Solución en función de las medidas del local

a) Volumen del local

$$V = 70 \times 30 \times 4 = 8.400 \text{ m}^3$$

b) Renovaciones por hora

Según la tabla núm. 1, son necesarias entre 5 y 10 renovaciones/hora.

Para el cálculo tomaremos 7 renovaciones/hora

c) Aire necesario

$$C = V \cdot R_h = 8.400 \cdot 7 = 58.800 \text{ m}^3/\text{h}$$

2) En función del número de personas del local

a) núm. de personas = 100

b) Renovaciones por hora

Según la tabla son necesarias entre 50 y 60 m³/h por persona.

Para el cálculo tomaremos 55 m³/h por persona.

c) Aire necesario

$$C = 55 \cdot 100 = 5.500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se elegirá el primer cálculo por dar mayor número de renovaciones de aire por hora

TABLA Nº 1

TABLA DE VOLUMENES Y RENOVACIONES DE AIRE

Clase de aplicación	Volúmenes por persona en m ³ /h	Renovaciones por hora
Locales de habitación	40 — 50	3 — 5
Locales de reunión	25 — 40	5 — 10
Escuelas	45 — 50	5 — 10
Hospitales	65 — 80	5 — 10
Salas de cirugía	80 — 90	10 — 20
Salas de infecciosos	160 — 180	20 — 40
Salas de espectáculos	50 — 60	5 — 10
Restaurantes	65 — 80	5 — 10
Oficinas	50 — 60	3 — 8
Cuartos de aseo	40 — 50	5 — 8
Fábricas — Talleres	50 — 60	5 — 10
Industrias insalubres	100 — 120	10 — 20

ELECCION DEL APARATO CONVENIENTE

La elección del aparato o aparatos a instalar dependerá de:

- Las características del aspirador
- De las condiciones del local
- De las renovaciones de aire a hacer del local

DETERMINACION DEL LUGAR APROPIADO PARA SU INSTALACION

Se situarán los elementos de aspiración por lo general en la parte alta de las paredes del local o en donde se asegure que las renovaciones de aire previstas, se van a conseguir sin problemas.

La situación debe asegurar que no quedan zonas del local donde no haya renovación de aire o se haga mal.

En puntos concretos donde se produzcan focos de contaminación como són, polvo, gases, humos, etcétera, se dispondrán aspiraciones propias independientes de la general, que evitarán el enrarecimiento del ambiente.

Los aspiradores como es lógico, producen un ruido que según el local donde deban ser instalados pueden ser motivo de problemas, por lo que este resulta punto importante a tener en cuenta a la hora de hacer elección del aparato.

En la tabla núm. 2 se indica la influencia de la velocidad tangencial de la hélice del aspirador de acuerdo a su posible utilización.

TABLA Nº 2

APLICACIONES DE LOS VENTILADORES SEGUN EL RUIDO

	Grado de intensidad de ruido	Lugares de aplicación de los aspiradores
1	Velocidad tangencial de la hélice, hasta 25 m/seg.	Hospitales, espectáculos, cafés, casinos, habitaciones, viviendas, restaurantes y en locales donde sea recomendable silencio
2	Velocidad tangencial de la hélice, de 25 a 60 m/seg	Almacenes, fábricas, talleres, cocinas, despachos generales y en cualquier espacio o local cerrado que admita ruidos de mediana intensidad.
3	Velocidad tangencial de la hélice, de 50 m/seg. en adelante	Grandes almacenes, fundiciones, industrias pesadas o insalubres que admiten sonidos intensos

CALCULO DE LA POTENCIA PARA MOTORES EMPLEADOS EN LA VENTILACION Y REFRIGERACION UTILIZANDO VENTILADORES HELICOIDALES

El gasto varía de 200 a 100.000 m³/h, en función del tipo de aparato utilizado y para depresiones que varían de 0 a 60 mm de agua. Para el cálculo de la potencia se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia en CV} \quad P = \frac{\text{m}^3/\text{h} \cdot p}{150.000} \text{ en CV}$$

EJEMPLO: Determinar la potencia para el motor de un ventilador que ha de suministrar 26.250 m³/h, bajo una presión de 20 mm de columna de agua.

$$P = \frac{\text{m}^3/\text{h} \cdot p}{150.000} = \frac{26.250 \cdot 20}{150.000} = 3,5 \text{ CV}$$

Para ventiladores centrífugos, cuyo gasto varía entre 100.000 y 200.000 m³/h y para presiones entre 10 y 250 mm de columna de agua se calculará la potencia del motor mediante la fórmula:

$$P = \frac{\text{m}^3/\text{h} \cdot p}{210.000} \text{ en CV}$$

EJEMPLO: Determinar la potencia para el motor de un ventilador que ha de suministrar 100.000 m³/h, bajo una presión de 63 mm de columna de agua.

$$P = \frac{\text{m}^3/\text{h} \cdot p}{210.000} = \frac{100.000 \cdot 63}{210.000} = 3 \text{ CV}$$

IV - FISICA Y QUIMICA

En la presente tabla se reflejan las unidades más utilizadas habitualmente por el Electricista, y que quedan relacionadas entre ellas a través del llamado factor de conversión referidos al sistema M.K.S.

SISTEMAS DE UNIDADES MECANICAS

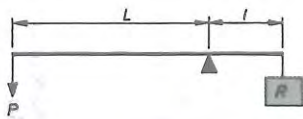
SISTEMAS DE UNIDADES												
Magnitud	Símbolo	M.K.S. (SI)		C.G.S.			TECNICO			OTRAS UNIDADES		
		Unidad	Símb.	Unidad	Símb.	Factor de conversión	Unidad	Símb.	Factor de conversión	Unidad	Símb.	Factor de conversión
Longitud	L, l	Metro	m	Centímetro	cm	10^{-2} m	Metro	m	—	Angström	Å	10^{-10} m
Masa	M, m	Kilogramo	Kg	Gramo	g	10^{-3} Kg	U.T.M.	—	9,8 Kg	Milla marina	—	1852 m
Tiempo	T, t	Segundo	s	Segundo	s	—	Segundo	s	—	Año luz	—	—
Angulo	θ	Radián	rd	Radián	rd	—	Radián	rd	—	—	—	—
Frecuencia	n	Hertzio	Hz	Hertzio	Hz	—	Hertzio	Hz	—	Ciclos	c/s	1 Hz
Velocidad	V, v	m/s	—	cm/s	—	10^{-2} m/s	m/s	—	—	Km/h	—	0,276 m/s
Vel. angular	ω	rd/s	—	rd/s	—	—	rd/s	—	—	Nudo	—	0,514 m/s
Aceleración	a	m/s ²	—	cm/s ²	—	10^{-3} m/s ²	m/s ²	—	—	—	—	—
Fuerza	F, f	Newton	N	Dyna	dyn	10^{-5} N	Kgf	—	9,8 N	—	—	—
Energía	W	Julio	J	Ergio	erg	10^{-7} J	Kilogrammetro	Kgfm	9,8 J	CVh	—	$2,65 \cdot 10^6$ J
Potencia	P	Vatio	W	erg/s	—	10^{-7} W	Kgfm/s	—	9,8 W	KWh	—	$3,6 \cdot 10^6$ J
Presión	p	Pascal	Pa	Baria	ba	10^{-1} Pa	Kgf/m ²	—	9,8 Pa	Electrón-voltio	eV	$1,6 \cdot 10^{-19}$ J
Viscosidad	v	m ² /s	—	Stoke	St	10^{-4} m ² /s	—	—	—	CV	—	736 W
										Poncelet	—	980 W
										Hectopiezo	—	10^5 Pa
										Bar	—	10^5 Pa



PALANCA

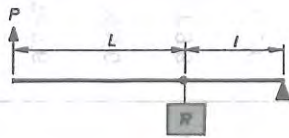
Ley de la palanca: Fuerza (F) por su brazo (L), igual a resistencia (R) por el suyo.

$$\frac{P}{F} = \frac{l}{L} \quad P \cdot L = F \cdot l$$



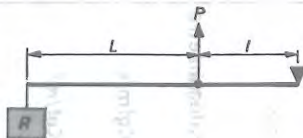
PALANCA DE 1er GENERO

$$L = l \cdot \frac{R}{F} = L + l \cdot \frac{R}{F + R}$$



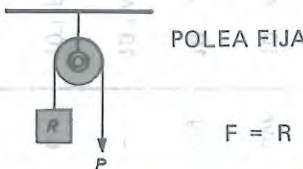
PALANCA DE 2o GENERO

$$L + l = l \cdot \frac{R}{F} = L \cdot \frac{R}{R - F}$$



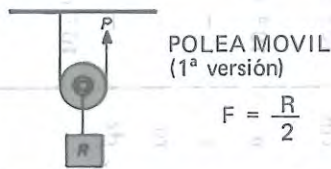
PALANCA DE 3er GENERO

$$l = L + l \cdot \frac{R}{F} = L \cdot \frac{R}{F - R}$$

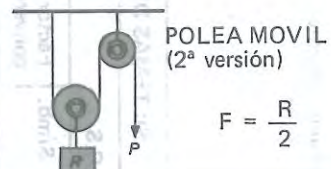


POLEA FIJA

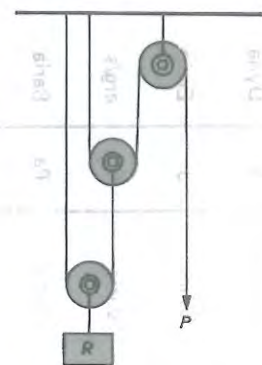
$$F = R$$

POLEA MOVIL
(1ª versión)

$$F = \frac{R}{2}$$

POLEA MOVIL
(2ª versión)

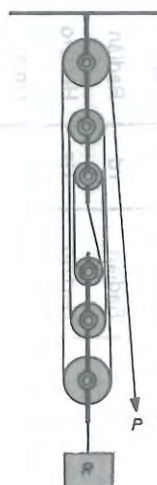
$$F = \frac{R}{2}$$



ASOCIACION DE POLEAS

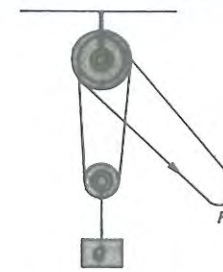
$$F = \frac{R}{2^n}$$

n - núm. de poleas móviles



CUADERNAL

$$F = \frac{R}{2^n}$$

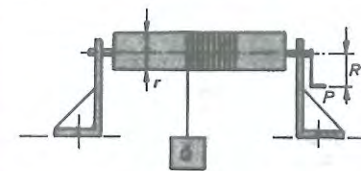


POLEA DIFERENCIAL

$$P = \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{r}{R} \right)$$

o bien,

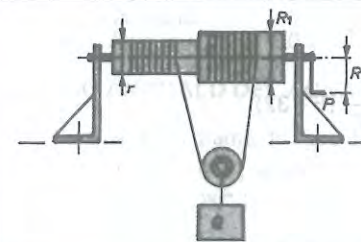
$$P = \frac{Q(R - r)}{2R}$$



TORNO

$$P \cdot R = Q \cdot r$$

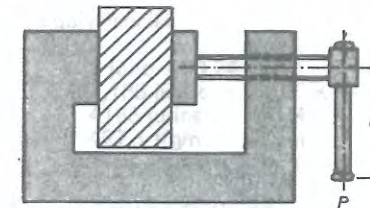
$$P = Q \cdot \frac{r}{R}$$



TORNO

$$P \cdot R = \frac{Q}{2} (R_1 - r)$$

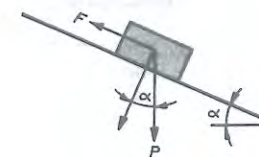
$$P = \frac{Q(R_1 - r)}{2R}$$



TORNILLO

Fuerza es a la resistencia como el paso es a la longitud de la circunferencia descrita por la cabeza o en el caso presente a la longitud de la circunferencia descrita por la palanca de radio L.

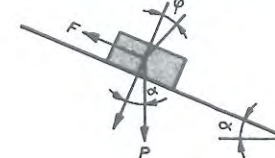
$$\frac{P}{R} = \frac{p}{2\pi L} \quad p - \text{paso del tornillo}$$



PLANO INCLINADO

Sin tener en cuenta el rozamiento

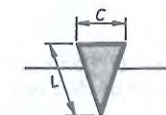
$$F = P \cdot \sin \alpha$$

PLANO INCLINADO
Con rozamiento

$$f = \tan \varphi$$

$$F = (\sin \alpha + f \cos \alpha)$$

$$F = P \cdot \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos \varphi}$$



CUÑA

Fuerza ejercida es a la resistencia vencida, como la cabeza de la cuña es a su lado.

TERMOMETRIA

Unidad - Grado

ESCALAS TERMOMETRICAS

Escala Centígrada (A. Celsius, 1701 - 1744) - (C)

El agua helada funde a 0° - Ebullición a 100°

Escala Réaumur (Reaumur, 1683 - 1757) - (R)

El agua helada funde a 0° - Ebullición a 80°

Escala Fahrenheit (Fahrenheit, 1686 - 1736) - (F)

El agua helada funde a 32° - Ebullición a 212°

RELACION ENTRE ESCALAS TERMOMETRICAS

$$C = \frac{5}{9} (F - 32) \quad F = \frac{9}{5} C + 32 \quad R = \frac{4}{5} C$$

$$C = \frac{5}{4} R \quad F = \frac{212}{80} R + 32 \quad R = \frac{80}{212} (F - 32)$$

DILATACION LINEAL

$$L = L_0 [1 + K (T - t)]$$

L - longitud final
 L_0 - longitud inicial
 K - coeficiente de dilatación lineal
 T - temperatura final
 t - temperatura inicial

Coeficientes de dilatación lineal (K)

Aluminio	0,000026	Latón	0,000020
Cobre	0,000014	Vidrio	0,000008
Acero	0,000012	Estaño	0,000021
Plata	0,000018	Níquel	0,000013
Platino	0,000008	Cinc	0,000026
Porcelana	0,000003	Cuarzo	0,0000004
Plomo	0,000029	Cemento	0,000014

DILATACION SUPERFICIAL

$$S = S_0 [1 + 2 K \cdot (T - t)]$$

DILATACION CUBICA

$$V = V_0 [1 + 3 K \cdot (T - t)]$$

Coeficientes de dilatación para líquidos

Alcohol	0,00105	Mercurio	0,00018
Glicerina	0,00053	Petróleo	0,00104
Aceite oliva	0,00074	Aguarrás	0,00100

El calor se propaga por conductibilidad, radiación y convección

Por radiación el calor puede pasar de un punto a otro sin calentar los intermedios, tal como sucede con el calor del sol, que no calienta el aire, pero sí la tierra, propagándose a una velocidad de 300.000 Km/s.

CALORIMETRIA

Unidades:

Se emplea la caloría (cal), que se define como la cantidad de calor necesario para elevar un grado, la masa de un gramo de agua.

Kilocaloría o caloría grande (Kcal), es la cantidad de calor necesaria para elevar la masa de 1 Kg de agua (1 l), en 1° su temperatura.

CANTIDAD DE CALOR PARA CALENTAR UN CUERPO

$$Q = M \cdot c \cdot (T - t)$$

Q - Cantidad de calor
 M - masa del cuerpo en gramos
 c - calor específico
 T - temperatura final
 t - temperatura inicial

Tabla de calores específicos

Latón	0,093	Glicerina	0,565	Plomo	0,031
Hierro	0,144	Alcohol	0,570	Estaño	0,056
Cobre	0,095	Agua	1,000	Magnesio	0,250
Plata	0,057	Carbón	0,220	Níquel	0,106
Mercurio	0,031	Vidrio	0,200	Oro	0,032
Aluminio	0,227	Cinc	0,093	Platino	0,031

CICLO ANOMALO DEL AGUA

Para pasar un gramo de agua de:

-5°C a -4°C, se necesitan 0,5 calorías por gramo

-0°C a 0°C (sólido a líquido), se necesitan 80 cal/gr

+5°C a +6°C, se necesitan 1 cal/gr

100°C a vapor, se necesitan 537 cal/gr

Equivalencias

1 julio = 0,24 cal
 4,186 julios = 1 cal
 4186 julios = 1 Kcal
 427,1 Kgm = 1 Kcal
 1 Thermia = 10³ Kcal = 10⁶ cal

Poder calorífico de algunos combustibles industriales

Combustibles	Poder calorífico en: Kcal	Peso específico
Acetileno	11.600	
Antracita	8.000	1,40
Grafito	8.100	2,30
Hulla	7.800	1,35
Lignito	5.300	
Turba	3.500	
Leña	2.800	1,15
Alcohol	6.500	0,80
Bencina	11.000	0,70
Fuel-oil	9.000	0,88
Heptano	11.500	0,68
Gasolina	11.000	0,87
Gas-oil	10.000	0,85
Nafta	10.400	
Octano	11.500	0,70
Butano	11.800	
Petróleo	10.100	0,87

Poder calorífico de algunos gases industriales

Gas combustible	Poder calorífico en: Kcal/m ³	Densidad respecto al aire
Gas de hulla	6.900	0,58
Gas de alumbrado	5.900	0,40
Gas de altos hornos	950	0,99
Gas pobre	1.095	
Gas de agua	2.600	0,52
Hidrógeno	34.000	0,062

Temperatura de fusión de metales y aleaciones más utilizados

Metales y aleaciones	Punto de fusión en °C	Punto de ebullición en °C
Hierro (menos de 0,05% de carbono)	1.515 °	2.450 °
Acero dulce (0,3 a 0,4 % de carbono)	1.480 °	
Acero duro (0,6 a 0,7 % de carbono)	1.460 °	
Fundición (2,5 a 4 % de carbono)	1.230 °	
Acero inoxidable (18/8)	1.400 °	
Cobre	1.083 °	2.310 °
Aluminio	657 °	1.800 °
Cinc	419 °	918 °
Estaño	232 °	2.270 °
Plomo	326 °	1.523 °
Níquel	1.454 °	2.900 °
Cromo	1.615 °	2.200 °
Cadmio	321 °	767 °
Antimonio	630 °	1.380 °
Magnesio	651 °	1.100 °
Manganeso	1.260 °	1.900 °
Latón (65 Cu + 35 Zn) - 1 ^{er} Título	940 °	
Latón (60 Cu + 40 Zn) - 2 ^o Título	880 °	
Bronce (88 Cu + 12 Zn)	1.010 °	
Aleación aluminio-cinc (10 % Zn)	630 °	
Aleación aluminio-cobre (8 % cobre)	1.050 °	
Maillechort	1.250 °	
Carbón grafito	3.854 °	

Cero absoluto de temperatura

A - 273°C la presión de un gas perfecto será nula

Escala centígrada	Escala absoluta
-273°C	0° K
-100°C	173° K
0°C	273° K
t°C	273 + t = T° K

Tabla de calores de vaporización de algunos líquidos

Agua	537	Eter	101
Amoníaco	321	Sulfuro de carbono	85
Alcohol	206	Cloroformo	61

RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR

$$R = \rho \frac{L}{S} \text{ en } \Omega$$

R - resistencia eléctrica
 ρ - coeficiente de resistibilidad
 L - longitud en metros
 S - sección en mm²

AUMENTO DE LA RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR CON LA TEMPERATURA

$$R_T = R_{20} [1 + \alpha (t - 20)]$$

R_T - resistencia total a t°
 R₂₀ - resistencia a 20° C
 α - incrementode resistencia con la temperatura
 t - temperatura total
 20 - temperatura de ambiente (20° C)

Para conocer ρ y α, veánse tablas en apartado de electricidad

CANTIDAD DE CALOR PRODUCIDO POR UNA RESISTENCIA

$$(1) Q = 0,24 \cdot P \cdot t \text{ en calorías} \quad (\text{Fórmula general})$$

Q - cantidad
 0,24 - coeficiente para transformar julios en calorías
 P - potencia en vatios
 t - tiempo en segundos

$$(2) Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$$

R - resistencia
 I - intensidad en amperios

Otras fórmulas derivadas:

$$(3) Q = 0,24 \cdot V \cdot I \cdot t$$

V - tensión

$$(4) Q = 0,24 \cdot \frac{V^2}{R} \cdot t$$

ALEACIONES PARA RESISTENCIAS

Aleación resistente	ρ	α
Maillechort (Cu + Zn + Ni)	0,40	0,00036
Constantán (Cu + Ni)	0,50	0,00000
Niquelina (Cu + Ni + Zn)	0,44	0,00020
Manganina (Cu + Mn + Ni)	1,10	0,00000
Nichrome (Ni+ Fe + Cr + Mn)	1,00	0,00020

CALEFACCION POR RADIACIONES INFRARROJOS

Clase de las radiaciones	Longtud de onda	Generadores utilizados	Aplicaciones principales
Próximas	7.600 a 10.000	Lámparas de incandescencia y de arco	Fotografía Terapéutica Análisis espectral
Secado rápido	10.000 a 20.000 Å	Lámparas y tubos de secado	Secado industrial Terapéutica
Medias	20.000 a 40.000 Å	Placas y tubos caloríficos, resistencias, radiciones, etc.	Calefacción exterior e interior

SONIDO

Movimiento ondulatorio generado por vibraciones de cuerpos, capaz de impresionar al oído.
Se propaga por sólidos y líquidos, por lo que las ondas sonoras son de naturaleza longitudinal.
Características a distinguir en el sonido son el tono, intensidad y timbre.

TONO

Corresponde esta denominación al número de vibraciones por segundo, es decir, la frecuencia de vibración.

Los sonidos agudos serán de menor longitud de onda, mientras que los graves son los de mayor longitud de onda.

El oído humano tiene una sensibilidad de audición que varía entre 10 y 20.000 hertz.

INTENSIDAD

Corresponde a la energía que atraviesa durante 1 s una superficie unidad, colocada perpendicularmente al sentido de propagación.

La intensidad distingue a los sonidos débiles de los fuertes y se mide en vatios.

TIMBRE

Permite distinguir para vibraciones del mismo tono, el instrumento que lo ha emitido

RESONANCIA

Un cuerpo sometido a vibraciones se dice que está en resonancia el tiempo que está vibrando mientras recupera el reposo inicial.

VELOCIDAD

Correspondiente a la velocidad de propagación del sonido

VELOCIDAD DEL SONIDO

a) En el aire

$$v = \sqrt{\frac{P \cdot \gamma}{d}}$$

v - velocidad de propagación transversal
P - presión en Nw/m²
γ - cociente entre calores específicos de los gases
d - masa específica

Velocidad en el aire

$$v = \sqrt{\frac{(10.330 \cdot 9,8) \cdot 1,41}{1,293}} = 330 \text{ m/s a } 0^\circ\text{C}$$

Para otra temperatura

$$v' = \sqrt{\frac{P \cdot \gamma}{d_0 \frac{1}{1 + \alpha \cdot t}}} = \sqrt{\frac{P \cdot \gamma (1 + \alpha \cdot t)}{d_0}}$$

Conociendo la velocidad a 0°C

$$v' = v \sqrt{1 + \frac{t}{273}}$$

Ejemplo: Si la velocidad a 0°C es de 330 m/s, determinar cuál será a 25°C.

$$v' = 330 \sqrt{1 + \frac{25}{273}} = 344,77 \text{ m/s}$$

b) En líquidos

$$v' = \sqrt{\frac{E}{d}}$$

v_l - velocidad en líquidos
E - coeficiente de elasticidad
d - masa específica

Velocidad del sonido

Aire a 18°C	340	m/s	Acero	5.130	m/s
Aire a 0°C	331,7	m/s	Eter	1.032	m/s
Agua	1.440	m/s	Plomo	1.227	m/s
Vidrio	6.000	m/s	Alcohol	1.213	m/s

INTENSIDAD DE SONIDO

Unidad: bels (b)

Unidad práctica: decibels o decibelio (db)

$$1 \text{ db} = 10 \text{ b}$$

Otra unidad utilizada es el W/cm²

INTENSIDAD LIMITE DE SONIDO

Entre 0 y 120 db

Entre 10⁻¹⁶ W/cm² y 10⁻⁴ W/cm²

Entre 15 Hz y 20.000 Hz

BARRERA DEL SONIDO

Cuando la velocidad de un objeto llega a ser igual a la del sonido se encuentra la llamada barrera del sonido. Atravesar la velocidad del sonido, supone para el objeto vencer una gran resistencia. El choque violento produce un ruido llamado onda de choque u onda de Mach.

Una vez la velocidad del sonido corresponde a 1 mach.

Principios y leyes de física**PRINCIPIO DE PASCAL**

La presión ejercida sobre un punto en un líquido, se transmite por igual en todas las direcciones.

PRINCIPIO DE TORRICELLI

La velocidad de salida de un líquido a través del agujero practicado en la pared de un recipiente, es igual a la que alcanzaría un cuerpo que cayera libremente desde una altura igual a la diferencia de nivel entre la superficie libre del líquido y el orificio de salida.

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

LEY DE BOYLE Y MARIOTTE

Estado y leyes de los gases

A una temperatura constante, los volúmenes ocupados por determinada masa gaseosa, son inversamente proporcional a las presiones a que se les somete.

$$\frac{P}{P'} = \frac{V'}{V} \quad \text{o bien:} \quad P \cdot C = P' \cdot V'$$

A la presión P el gas ocupa el volumen V
A la presión P' el gas ocupa el volumen V'.

LEY DE GAY-LUSSAC

Dilatación a presión constante. Si la presión de un gas se mantiene constante al aumentar su temperatura, también se aumenta su volumen.

$$V = V_0 \left(1 + \frac{1}{273} \cdot t\right)$$

V - volumen final
V₀ - volumen inicial a 0°
t - temperatura alcanzada
1/273 - coeficiente de dilatación, que es el mismo para todos los gases.

Dilatación a volumen constante. Si el volumen de un gas se mantiene constante al aumentar la temperatura, también se aumenta su presión.

$$P = P_0 \left(1 + \frac{1}{273} \cdot t\right)$$

ECUACION DE LOS GASES PERFECTOS.

Un gas se llama perfecto, cuando cumple las tres leyes enunciadas arriba

$$P \cdot V = V_0 \cdot P_0 \left(1 + \frac{1}{273} \cdot t\right)$$

P - presión final
V - volumen final
P₀ - presión inicial
V₀ - volumen inicial

PRESION

Corresponde al esfuerzo por unidad de presión ejercida por un fluido.

Unidades utilizadas:

1 atmósfera	=	1,0333 Kg/cm ² (sistema Métrico o Técnico)
1 microbar (μb)	=	1 dina x cm ²
1 bar (b)	=	10 ⁶ dinas x cm ² = 0,9869 Atmósferas
1 milibar (mb)	=	10 ³ dinas x cm ²
1 Kg/cm ²	=	Unidad práctica
1 libra/pulg. cuad.	=	0,0680 Atmósferas

$$p = \frac{F}{S} \quad \text{en N/m}^2 \text{ (Giorgi) o en Kg/cm}^2$$

(*) Por ser unidad pequeña el N/m², se utiliza en la práctica el Kg/cm², llamada atmósfera técnica.

P - presión
F - fuerza
S - sección

Medición

En meteorología se utilizan los barómetros (mercurio, metálicos, etc.)

En la industria se utilizan los manómetros

Por cada 10 m de elevación, la columna barométrica baja 1 mm.

Fórmula de Babinet para calcular la altura

$$h = 16.000 \frac{P_m - P}{P_m + P} \left(1 + \frac{t_2 - t_1}{500}\right)$$

P_m - presión máxima
P - presión a la altura h
t₂ - temperatura mayor
t₁ - temperatura menor

Zonas atmosféricas

De: 0 a 10 Km	-	Troposfera
10 a 80 Km	-	Estratosfera
80 a 800 Km	-	Ionosfera
800 en adelante	-	Exosfera

PRINCIPIO DE ARQUIMEDES

Todos los cuerpos sumergidos en un líquido en reposo, experimentan un empuje vertical hacia arriba, igual al peso del líquido desalojado.

$$E = (v \cdot d) - P$$

E - empuje
v - volumen
d - densidad
P - peso

PRINCIPIO DE TORRICELLI

La velocidad de salida de un líquido contenido en un recipiente a través de un orificio practicado en una de las paredes, es igual a la que alcanzaría un cuerpo cayendo libremente desde una altura igual a la diferencia de nivel entre la superficie del líquido y el orificio de salida.

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

v - velocidad
g - aceleración
h - diferencia de niveles

LEY DE AVOGADRO

A volúmenes iguales de gases, cualesquiera que sean, medidos a igual presión y temperatura, contienen igual número de moléculas.

DENSIDAD RELATIVA

$$d = \frac{m}{v}$$

d - densidad relativa
m - masa del cuerpo
v - volumen

Movimiento**MOVIMIENTO UNIFORME**

$$v = \frac{e}{t}; \quad e = v \cdot t$$

v - velocidad
e - espacio
t - tiempo en segundos

MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

(1) Partiendo de reposo

$$v = a \cdot t \quad e = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

a - aceleración
v - velocidad

(2) Partiendo de movimiento

$$v = v_0 + a \cdot t \quad e = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \quad v_0 - \text{velocidad de partida}$$

MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE RETARDADO

$$v = \omega \cdot r \quad \omega = \frac{2 \cdot \pi}{t}$$

v - velocidad lineal. Se mide en m/s
 ω - velocidad angular. Se mide en radianes/s
 r - radio

VELOCIDAD LINEAL

$$v = \frac{\pi \cdot n \cdot R}{30} = \omega \cdot R$$

n - núm. de r.p.m.
 R - radio

FUERZA

$$f = \text{masa} \times \text{aceleración} \quad f = m \cdot a$$

masa inerte o simplemente masa

$$m = \frac{f}{a}$$

Unidades: Kgf = 9,8 N (Sistema técnico)

Dyna = 10^{-5} N (Sistema C.G.S.)

Newton (N) (Sistema M.K.S.)

FUERZA CENTRIFUGA

$$f = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad \text{o bien} \quad f = \frac{m \cdot \omega^2 \cdot r^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

TRABAJO

Trabajo = fuerza x espacio

Unidades: Julio
Ergio
Kgm
KWh

Energía cinética

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \text{ en ergios}$$

m - en gramos
 v - en cm/s

$$E_c = \frac{1}{2} \frac{m}{a} \cdot v^2 \text{ en Kgm}$$

m - en Kg
 v - en m/s

$$E = P \cdot t \text{ en julios}$$

P - en vatios
 t - en segundos

POTENCIA

Potencia = Trabajo/Tiempo

Unidades = Vatio
erg/s
Kgf·m/s

1 CV = 736 W (caballo de vapor)

1 CV = 75 Kgm/s

1 KW = 1,36 CV

1 W = 0,102 Kgm

TRANSFORMACION DE LA ENERGIAEnergía total (E)
Energía útil (E_u)
Energía perdida (E_p)

$$E = E_u + E_p$$

$$E_u = E - E_p$$

$$E_p = E - E_u$$

RENDIMIENTO DE LA TRANSFORMACION DE LA ENERGIA

$$\eta = \frac{100 \cdot E_u}{E} \text{ en } \%$$

 η - rendimiento
 E_u - energía útil
 E - energía absorbida

$$\eta = \frac{100 \cdot P_u}{P} \text{ en } \%$$

 P_u - potencia útil
 P - potencia absorbida**MOVIMIENTO PENDULAR**

Tiempo en realizar una oscilación (batir)

$$t = \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

 t - tiempo en segundo
 L - longitud del péndulo
 g - aceleración en m/s²**Química****ORGANICA**

Las sustancias orgánicas están formadas por:

Carbono — Siempre

Hidrógeno y oxígeno — Muy frecuente

Nitrógeno — Bastante

Otros metaloides como el cloro, bromo, yodo, azufre, fósforo, etc. — Poco frecuentes

Los metales — Rara vez

HIDROCARBUROS

Son compuestos formados exclusivamente por C e H, Al sustituir H por los demás elementos, se formulan los compuestos orgánicos.

Los hidrocarburos son derivados del petróleo, por abundar en ellos C e H.

PETROLEO. Tal como se extrae de los yacimientos no es utilizable, por lo que hay que refinarlo.

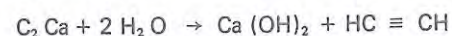
Para hacer el refino se somete al petróleo a una destilación con los siguientes resultados en el proceso.

— Hasta 45° se desprenden gases combustibles

— De 45° a 160° se obtiene la gasolina, que corresponde aproximadamente al 40 % del petróleo refinado

- De 160° a 300° se obtiene el queroseno
- De 300° a 350° se obtiene el gas-oil, aceite pesado de densidad 0,89
- A más de 350° se obtienen los aceites lubricantes grasos desprovistos de acidez
- De los residuos del refino queda el alquitrán
- Enfriando a 0° los aceites pesados (gas-oil) y separando la parte sólida de la líquida, después de filtrada, da la parafina, empleada en múltiples aplicaciones
- Por destilación fraccionada de la gasolina se obtienen entre otros, los siguientes productos: bencina, nafta, eter de petróleo, etc.

ACEITILENO. Corresponde al más importante de los hidrocarburos etínicos, cuyo nombre es el etino y ordinario el acetileno.



Como puede apreciarse en la fórmula, al tratar el carburo cálcico ($C_2 Ca$) con agua $H_2 O$ se obtiene el acetileno, gas incoloro y de olor desagradable. Arde con llama brillante al combinarse con el oxígeno y se emplea en mecánica para sopletes de soldadura y corte.

Fórmula: $C_2 H_2$

ALQUITRAN DE HULLA. De su destilación se obtienen:

- Aceites ligeros. Un 5 % de la cantidad destilada y contiene benceno y tolueno.
- Aceites medios. Un 12 % de la cantidad destilada y contiene principalmente naftaleno y fenol.
- Aceites pesados. Un 9 % de la cantidad destilada. Se emplea para quemar en calefacción y motores Diesel.
- Aceite de antraceno. Representa el 19 %
- El resto no destilable se emplea para asfaltado de carreteras.

Algunas fórmulas más importantes:

FH	Acido fluorhídrico	$PO_4 H_7$	Acido ortofosfórico
ClH	clorhídrico	$SO_4 H_2$	sulfúrico
BrH	bromhídrico	$SO_3 H_2$	sulfuroso
IH	yodhídrico	$ClOH$	hipocloroso
SH_2	fulfhídrico	$ClO_2 H$	cloroso
$NO_3 H$	nítrico	$ClO_3 H$	clórico
$NO_2 H$	nitroso	$ClO_4 H$	perclórico
$AsO_3 H$	arsénico	BrH	bromhídrico
$AsO_2 H$	arsenioso	$H_2 O$	Agua
$SbO_3 H$	antimónico	$H_2 O_2$	Agua oxigenada
$SbO_2 H$	antimonioso	SO_2	Anhídrido sulfuroso
$CO_3 H_2$	carbónico	SO_3	Anhídrido sulfúrico
$SiO_3 H_2$	silicioso	CO_2	Anhídrido carbónico
$PO_2 H$	fosforoso	Ofe	Oxido ferroso
$PO_3 H$	metafosfórico	$O_3 Fe_2$	Oxido férrico
$P_2 O_7 H_4$	pirofosfórico	CO	Oxido carbónico
$Al_2 O_3$	Oxido de aluminio	OCu	Oxido cúprico
OHg	Oxido de mercurio	OCu ₂	Oxido cuproso
OZn	Oxido de cinc	PbO ₂	Oxido plúmbico

Hidrocarburos saturados

Metano	CH_4
Etano	$CH_3 - CH_3$
Propano	$CH_3 - CH_2 - CH_3$
Butano	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
Pentano	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
Exano	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

Carga de un electrón	$4,8 \times 10^{-10}$ u.e.s.
Masa de un electrón	$9,107 \times 10^{-28}$ g
Masa de un protón	$1,673 \times 10^{-24}$ g
Unidad de masa atómica	$1,66 \times 10^{-24}$ g
Masa-energía del electrón en reposo	0,5109 MeV
Masa-energía del protón en reposo	941 MeV

Comportamiento de la energía radioactiva

- La combustión de 1 g de carbón (destrucción), produce 8.083 calorías.
- 1 g de radio (Ra) produce sin combustión 135 cal/hora

Al cabo de un año, la energía desprendida equivaldría a 145 g de carbón, sin haber perdido de forma medible merma de energía.

Serán necesarios 1.590 años para que el peso quede reducido a la mitad.

Las partículas alfa son emitidas a una velocidad del orden de $1,6 \times 10^7$ m/s (~ 16.000 Km/s)

Grado de acidez (PH)

PH - potencial de hidrógeno

De 0 a 7 el PH es ácido
7 es neutro
De 7 a 14 es básico

Metales	Símbolo	Mineral principal	Densidad en Kg/dm ³	T ^a fusión	T ^a ebullición	Resistencia electrica en Ω m/mm ² a 20°C
Cobre	Cu	Calcopirita	8,9	1.083°C	2.310°C	0,0072
Aluminio	Al	Bauxita	2,5 a 2,7	657°C	1.800°C	0,0028
Hierro	Fe	Oligasto Magnetita	7,8	1.515°C	2.450°C	0,120
Mercurio	Hg	Cinabrio	13,6	-39,5°C	357°C	0,940
Estaño	Sb	Casiterita	7,3	232°C	2.270°C	0,130
Plomo	Pb	Galena	11,34	326°C	1.630°C	0,203
Níquel	Ni	Sulfuros	8,8	1.454°C	2.430°C	0,123
Cinc	Zn	Blenda Calamina	7,1	419°C	907°C	0,057
Plata	Ag	Galena	10,5	960°C	1.950°C	0,016
Oro	Au	Natural	19,3	1.063°C	2.600°C	0,022

V - VARIOS

Material	Temperatura en °C	Temperatura de fusión en °C	Densidad en Kg/dm ³	Resistencia eléctrica en Ω mm ² a 20°C
Aluminio	933	933	2,70	0,028
Cobre	1083	1083	8,96	0,017
Plomo	327	327	11,34	0,052
Hierro	1538	1538	7,87	0,150
Acero	1300	1300	7,85	0,150
Latón	900	900	8,5	0,030
Bronce	900	900	8,8	0,030
Estado	1200	1200	7,8	0,150
Aluminio	933	933	2,70	0,028
Cobre	1083	1083	8,96	0,017
Plomo	327	327	11,34	0,052
Hierro	1538	1538	7,87	0,150
Acero	1300	1300	7,85	0,150
Latón	900	900	8,5	0,030
Bronce	900	900	8,8	0,030
Estado	1200	1200	7,8	0,150

Tabla de alfabeto griego

ALFABETO GRIEGO

Nombre	Signo		Nombre	Signo	
	Mayúscula	Minúscula		Mayúscula	Minúscula
alfa	A	α	nu	N	ν
beta	B	β	xi	Ξ	ξ
gamma	Γ	γ	ómicron	O	$\omicron$
delta	Δ	δ	pi	Π	π
épsilon	E	ϵ	rho	P	ρ
tseta	Z	ζ	sigma	Σ	σ
eta	H	η	tau	T	τ
zita	Θ	θ	ípsilon	Υ	υ
iota	I	ι	fi	Φ	ϕ
kappa	K	κ	ji	X	χ
lambda	Λ	λ	psi	Ψ	ψ
mu	M	μ	omega	Ω	ω

Prefijos, símbolos y múltiplos numéricos utilizados en electricidad.

Prefijos	Símbolos	Valores numéricos	Valores exponenc.
tera	T	1.000.000.000.000	10^{12}
giga	G	1.000.000.000	10^9
mega	M	1.000.000	10^6
Kilo	K	1.000	10^3
hecto	H	100	10^2
deca	dc	10	10^1
deci	d	0,1	10^{-1}
centi	c	0,01	10^{-2}
mili	m	0,001	10^{-3}
micra	μ	0,000.0001	10^{-6}
nano	n	0,000.000.001	10^{-9}
pica	p	0,000.000.000.001	10^{-12}

NUMEROS ROMANOS

1	I *	8	VIII
2	II	9	IX
3	III	10	X *
4	IV	50	L *
5	V *	100	C *
6	VI	500	D *
7	VII	1.000	M *

(*) Símbolos base de la numeración romana

Ejemplos de numeración

150 = CL — 385 = CCCLXXXV — 643 = DCXLIII

1874 = MDCCCLXXIV — 1982 = MCMLXXXII

MEDIDAS DEL SISTEMA METRICO

— Longitud

1 Miriámetro (Mm)	= 10.000 m
1 Kilómetro (Km)	= 1.000 m
1 Hectómetro (Hm)	= 100 m
1 Decámetro (Dm)	= 10 m
1 METRO (m)	= 1 m
1 decímetro (dm)	= 0,1 m
1 centímetro (cm)	= 0,01 m
1 milímetro (mm)	= 0,001 m
1 mica (μm)	= 0,000.001 m
1 angstrom (Å)	= 0,000.000.1 mm

— Volumen

1 Kilómetro cúbico (Km³)	= 1.000.000.000 m³
1 Hectómetro cúbico (Hm³)	= 1.000.000 m³
1 Decámetro cúbico (Dm³)	= 1.000 m³
1 METRO cúbico (m³)	= 1 m³
1 decímetro cúbico (dm³)	= 0,001 m³
1 centímetro cúbico (cm³)	= 0,000.001 m³
1 milímetro cúbico (mm³)	= 0,000.000.001 m³

— Superficie

1 Kilómetro cuad. (Km²)	= 1.000.000 m²
1 Hectómetro cuad. (Hm²)	= 10.000 m²
1 Hectárea (Ha) = 1 Hm²	
1 Decámetro cuad. (Dm²)	= 100 m²
1 Área (a) = 1 Dm²	
1 METRO cuad. (m²)	= 1 m²
1 decímetro cuad. (dm²)	= 0,01 m²
1 centímetro cuad. (cm²)	= 0,001 m²
1 milímetro cuad. (mm²)	= 0,000.001 m²

— Peso

1 Tonelada métrica (Tm)	+ 1.000 Kg
1 Quintal métrico (Qm)	= 100 Kg
1 Kilogramo (Kg)	= 1 Kg = 1.000 g
1 Hectogramo (Hg)	= 100 g
1 Decagramo (Dg)	= 10 g
1 GRAMO (g)	= 1 g
1 decigramo (dg)	= 0,1 g
1 centígramo (cg)	= 0,01 g
1 miligramo (mg)	= 0,001 g
1 quilate métrico	= 0,2 g

— Capacidad

1 Kilolitro (KI)	= 1.000 l
1 Hectolitro (HI)	= 100 l
1 Decalitro (DI)	= 10 l
1 LITRO (l)	= 1 l
1 decílitro (dl)	= 0,1 l
1 centílitro (cl)	= 0,01 l
1 milílitro (ml)	= 0,001 l

UNIDADES DEL SISTEMA INGLES

— Longitud

1 pulgada (")	= 25,4 mm
1 pie (')	= 0,3048 m
1 yarda (yard)	= 0,9144 m
1 milla terrestre (statute mile)	= 1,6093 Km
1 milla marina (Knot, nautical mile)	= 1,853 Km

— Capacidad

1 cubic yard	= 0,7646 m³
--------------	-------------

— Ponderales

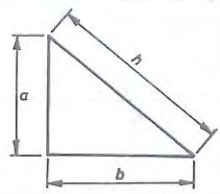
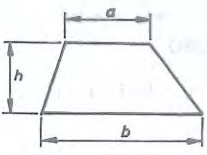
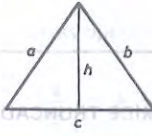
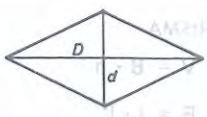
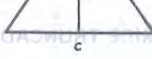
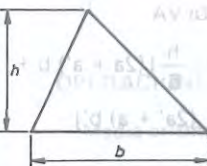
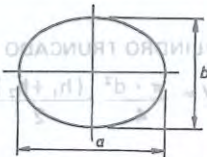
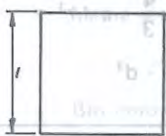
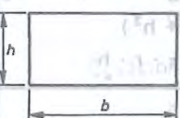
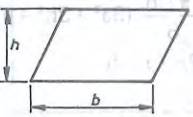
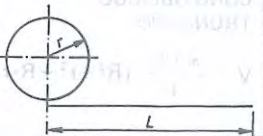
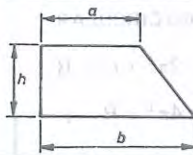
1 pound (lb)	= 0,4536 Kg
1 long ton	= 1,016 Tm
1 short ton	= 0,9072 Tm

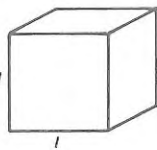
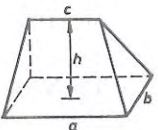
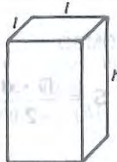
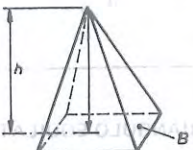
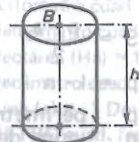
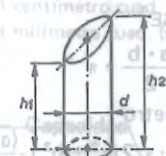
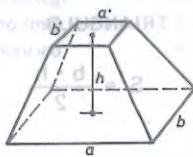
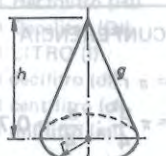
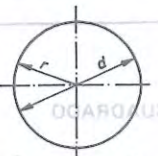
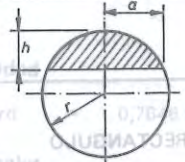
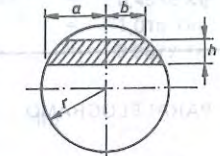
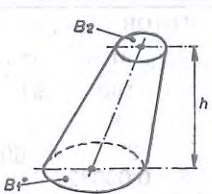
— Para líquidos

1 pint (pt) G.B.	= 0,5682 l
1 pint (pt) USA	= 0,4732 l
1 gallon G.B.	= 4,546 l
1 gallon USA	= 3,785 l

— Peso

1 onza	= 28,328 g
1 libra (lb)	= 16 onzas = 453,6 g

FIGURAS	FORMULAS	FIGURAS	FORMULAS
	TEOREMA DE PITAGORAS (Triángulo rectángulo) $a = \sqrt{h^2 - b^2}$ $b = \sqrt{h^2 - c^2}$ $h = \sqrt{a^2 + b^2}$		TRAPECIO $S = \frac{a+b}{2} \cdot h$
	TRIANGULO EQUILATERO $h = \frac{\sqrt{3} \cdot a}{2} = 0,866 a$ $S = \frac{\sqrt{3} \cdot a^2}{4} = 0,433 a^2$		ROMBO $S = \frac{D \cdot d}{2}$
			POLIGONO $S = \frac{p \cdot a}{2}$ $p = l \cdot n$ p - perímetro n - núm. de lados
	TRIANGULO $S = \frac{b \cdot h}{2}$		ELIPSE $S = \frac{a \cdot b}{2} \cdot \pi$ Perímetro $P = \pi \cdot \sqrt{2(a^2 + b^2)} - \frac{(a-b)^2}{2,2}$
	CUADRADO $S = l \cdot l = l^2$		CIRCUNFERENCIA $S = \pi r^2$ $S = \pi \frac{d^2}{4}; \frac{\pi}{4} = 0,785$ $S = 0,785 d^2$
	RECTANGULO $S = b \cdot h$		CIRCUNFERENCIAS CONCENTRICAS $S = \pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2$ $S = \pi (R^2 - r^2)$
	PARALELOGRAMO $S = b \cdot h$		LONGITUD DE LA CIRCUNFERENCIA $L = 2\pi \cdot r$ $L = \pi \cdot d$
	TRAPECIO $S = \frac{a+b}{2} \cdot h$		SECTOR $l = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180} = \frac{R \cdot \alpha}{57,3}$ $S = \frac{l \cdot R}{2} = \frac{\pi \cdot \alpha \cdot R^2}{360}$ $S = 0,008727 \cdot \alpha \cdot R^2$

	CUBO $V = l \cdot l \cdot l = l^3$		CUÑA $V = \frac{b \cdot h}{6} \cdot (2a + c)$
	PRISMA $V = B \cdot h$ $B = l \cdot l'$		PIRAMIDE $V = \frac{1}{3} \cdot B \cdot h$
	CILINDRO $V = B \cdot h$ $B = \pi \cdot r^2$		PIRAMIDE TRUNCADA $V = \frac{h}{3} \cdot (B_1 + B_2 + \sqrt{B_1 \cdot B_2})$
	CILINDRO TRUNCADO $V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{(h_1 + h_2)}{2}$		TOLVA $V = \frac{h}{6} [(2a + a')b + (2a' + a)b']$
	CONO $V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$ $S_1 = \pi \cdot r \cdot g$ $S = \pi \cdot r \cdot g + \pi \cdot r^2 = \pi \cdot r (g + r)$		ESFERA $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{\pi}{6} \cdot d^3$
	CONO OBLICUO $V = B \cdot \frac{h}{3}$		CASQUETE ESFERICO $V = \frac{\pi \cdot h^2}{6} (3r - h) = \frac{\pi \cdot h}{6} (3a^2 + h^2)$ $S = 2\pi \cdot r \cdot h$
	CONO OBLICUO TRUNCADO $V = \frac{\pi \cdot h}{3} (R^2 + r^2 + R \cdot r)$		SEGMENTO ESFERICO $V = \frac{\pi \cdot h}{6} (3a^2 + 3b^2 + h^2)$ $S = 2\pi \cdot r \cdot h$
	CONO OBLICUO TRUNCADO $V = \frac{h}{3} \cdot (B_1 + B_2 + \sqrt{B_1 \cdot B_2})$		TORO CIRCULAR $V = 2\pi^2 \cdot r^2 \cdot R$ $S = 4\pi^2 \cdot R \cdot r$

OPERACIONES CON FRACCIONES

Suma $\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad + bc}{b \cdot d}$ $\frac{a}{b} + \frac{b}{d} + \frac{e}{f} = \frac{adf + bbe + ebd}{bdf}$

Resta $\frac{a}{b} - \frac{c}{d} = \frac{ad - bc}{bd}$

Multiplicación $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$

División $\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{ad}{bc}$

Otras operaciones:

$\frac{a}{b} = a : \frac{b}{c} = \frac{ac}{b}$; $\frac{b}{c} = \frac{a}{b} : c = \frac{a}{bc}$

$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{ad}{bc}$; $\frac{1}{\frac{a}{b}} = 1 : \frac{a}{b} = \frac{b}{a}$

OPERACIONES ALGEBRAICAS

Media aritmética entre a y b

$\frac{a + b}{2}$

Media geométrica

$\sqrt{a \cdot b}$

Binomio de Newton

$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$
 $(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$
 $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
 $(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$
 $(a + b)^4 = a^4 + a^3b + a^2b^2 + ab^3 + b^4$

Ecuaciones de 1º grado con una incógnita

$x + a = b$; $x = b - a$
 $x - a = b$; $x = b + a$
 $ax = b$; $x = \frac{b}{a}$
 $\frac{a}{x} = b$; $x = \frac{a}{b}$
 $\frac{x}{a} = b$; $x = ab$
 $\frac{b}{c}x = a$; $x = \frac{ac}{b}$
 $ax + b = c$; $x = \frac{c - b}{a}$

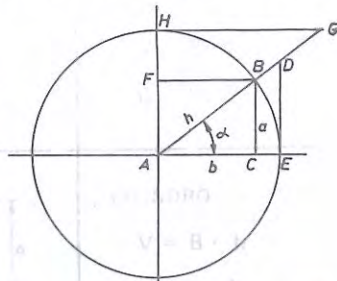
Ecuaciones 2° grado con una incógnita

$$x^2 = a \quad ; \quad x = \pm \sqrt{a}$$

$$ax^2 + b - c = 0; \quad x = \pm \sqrt{\frac{c-b}{a}}$$

$$ax^2 + bx + c = 0; \quad x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

RELACIONES TRIGONOMETRICAS EN LA CIRCUNFERENCIA



A - B Seno (Sen)
 B - C Coseno (Cos)
 A - C Tangente (Tg)
 E - D Cotangente (cotg)
 G - H Secante (Sec)
 A - D Cosecante (Cosec)
 A - G

$$\text{sen } \alpha = \frac{a}{h} = \frac{1}{\text{cosec } \alpha} = \text{tg } \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{sen } \alpha} = \frac{\cos \alpha}{\text{cotg } \alpha} = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{b}{h} = \frac{1}{\text{sec } \alpha} = \text{cotg } \alpha \cdot \text{sen } \alpha = \frac{\text{sen } \alpha}{\text{tg } \alpha} = \frac{\text{cotg } \alpha}{\text{cosec } \alpha} = \sqrt{1 - \text{sen}^2 \alpha}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{a}{b} = \frac{1}{\text{cotg } \alpha} = \text{sec } \alpha \cdot \text{sen } \alpha = \frac{\text{sen } \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\text{sec } \alpha}{\text{cosec } \alpha} = \sqrt{\text{sec}^2 \alpha - 1}$$

$$\text{cotg } \alpha = \frac{b}{a} = \frac{1}{\text{tg } \alpha} = \text{cosec } \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{\cos \alpha}{\text{sen } \alpha} = \frac{\text{cosec } \alpha}{\text{sec } \alpha} = \sqrt{\text{cosec}^2 \alpha - 1}$$

$$\text{sec } \alpha = \frac{h}{b} = \frac{1}{\cos \alpha} = \text{cosec } \alpha \cdot \text{tg } \alpha = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{sen } \alpha} = \frac{\text{cosec } \alpha}{\text{cotg } \alpha} = \sqrt{\text{tg}^2 \alpha + 1}$$

$$\text{cosec } \alpha = \frac{h}{a} = \frac{1}{\text{sen } \alpha} = \text{sec } \alpha \cdot \text{cotg } \alpha = \frac{\text{sec } \alpha}{\text{tg } \alpha} = \frac{\text{cotg } \alpha}{\cos \alpha} = \sqrt{\text{cotg}^2 \alpha + 1}$$

RELACIONES TRIGONOMETRICAS EN UN TRIANGULO RECTANGULO

En función de

$$a = h \cdot \text{sen } \alpha$$

$$b = h \cdot \cos \alpha$$

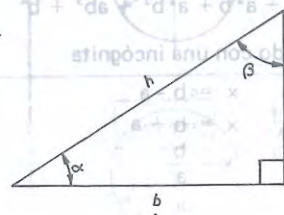
$$h = \frac{a}{\text{sen } \alpha} = \frac{b}{\cos \alpha} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

En función de B

$$a = h \cdot \cos \beta$$

$$b = h \cdot \text{sen } \beta$$

$$h = \frac{a}{\cos \beta} = \frac{b}{\text{sen } \beta} = \sqrt{a^2 + b^2}$$



Correspondencia entre α y β

$$\text{sen } \alpha = \frac{a}{h}; \quad \cos \beta = \frac{a}{h}; \quad \text{sen } \alpha = \cos \beta = \frac{a}{h}$$

$$\cos \alpha = \frac{b}{h}; \quad \text{sen } \beta = \frac{b}{h}; \quad \cos \alpha = \text{sen } \beta = \frac{b}{h}$$

RESOLUCION DE TRIANGULO RECTANGULO

1er Caso: Dados los dos catetos b y c

$$B - \text{tg } B = \frac{b}{c} \quad (B \text{ en tablas})$$

$$C - C = 90 - B$$

$$c - c = \frac{b}{\text{sen } B}$$

2° Caso: Conocidos la hipotenusa y un cateto, a y b

$$B - \text{sen } B = \frac{b}{a} \quad (B \text{ en tablas})$$

$$C - C = 90 - B$$

$$c - c = a \cdot \cos B$$

3er Caso: Conocidos un cateto y un ángulo contiguo, c y B

$$C - C = 90 - B$$

$$c - c = \frac{a}{\cos B}$$

$$b = c \cdot \text{tg } B$$

4° Caso: Conocidos hipotenusa y un ángulo contiguo, a y B

$$C - C = 90 - B$$

$$b - b = a \cdot \text{sen } B$$

$$c - c = a \cdot \cos B$$

CALCULO DE TRIANGULOS OBLICUANGULOS

TEOREMA DEL SENO

$$a \cdot \text{sen } B = b \cdot \text{sen } A; \text{ o bien, } \frac{a}{\text{sen } A} = \frac{b}{\text{sen } B}$$

$$a \cdot \text{sen } C = c \cdot \text{sen } A; \text{ o bien, } \frac{a}{\text{sen } A} = \frac{c}{\text{sen } C}$$

de donde:

$$\frac{a}{\text{sen } A} = \frac{b}{\text{sen } B} = \frac{c}{\text{sen } C}$$

TEOREMA DEL COSENO

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2b \cdot c \cdot \cos A \quad \text{Cuando } A < 90^\circ$$

$$a^2 = b^2 + c^2 + 2b \cdot c \cdot \cos A \quad \text{Cuando } A > 90^\circ$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2a \cdot c \cdot \cos B$$

$$b^2 = a^2 + c^2 + 2a \cdot c \cdot \cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2a \cdot b \cdot \cos C$$

$$c^2 = a^2 + b^2 + 2a \cdot b \cdot \cos C$$

TEOREMA DE LAS TANGENTES

$$\frac{\text{tg } \frac{A+B}{2}}{\frac{a+b}{a-b}} = \frac{\text{tg } \frac{A-B}{2}}{\frac{A-B}{2}}$$

FORMULAS DE BRIDGE

$$\frac{A}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{b} + \frac{q}{c} \right)$$

$$\frac{B}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{c} + \frac{q}{b} \right)$$

$$\frac{C}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{c} - \frac{q}{b} \right)$$

$$\frac{D}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{b} - \frac{q}{c} \right)$$

$$\frac{E}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{b} + \frac{q}{c} \right)$$

$$\frac{F}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{c} + \frac{q}{b} \right)$$

$$\frac{G}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{c} - \frac{q}{b} \right)$$

$$\frac{H}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{b} - \frac{q}{c} \right)$$

$$\frac{I}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{b} + \frac{q}{c} \right)$$

$$\frac{J}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{c} + \frac{q}{b} \right)$$

$$\frac{K}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{c} - \frac{q}{b} \right)$$

$$\frac{L}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{b} - \frac{q}{c} \right)$$

$$\frac{M}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{b} + \frac{q}{c} \right)$$

$$\frac{N}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{c} + \frac{q}{b} \right)$$

$$\frac{O}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{c} - \frac{q}{b} \right)$$

$$\frac{P}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{b} - \frac{q}{c} \right)$$

$$\frac{Q}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{b} + \frac{q}{c} \right)$$

$$\frac{R}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{c} + \frac{q}{b} \right)$$

$$\frac{S}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{c} - \frac{q}{b} \right)$$

$$\frac{T}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{b} - \frac{q}{c} \right)$$

$$\frac{U}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{p}{b} + \frac{q}{c} \right)$$

FORMULAS DE BRIGGS

$$\operatorname{tg} \frac{A}{2} \sqrt{\frac{(p-b) \cdot (p-c)}{p \cdot (p-a)}}$$

2p - perímetro del triángulo

$$\operatorname{tg} \frac{B}{2} \sqrt{\frac{(p-c) \cdot (p-a)}{p \cdot (p-b)}}$$

$$\operatorname{tg} \frac{C}{2} \sqrt{\frac{(p-a) \cdot (p-b)}{p \cdot (p-c)}}$$

PROGRESIONES ARITMETICAS

Suma de términos de una progresión

$$S = \frac{(a_1 + a_n) \cdot n}{2}$$

S - suma de los términos

a₁ - primer términoa_n - último término

n - núm. de términos

PROGRESIONES GEOMETRICAS

Suma de los términos de una progresión

$$S = \frac{a_1 (r^n - 1)}{r - 1}$$

r - razón

MEDICION DE ANGULOS

Unidad: el grado (°)

$$1 \text{ grado} = 60 \text{ minutos} \quad (1^\circ = 60')$$

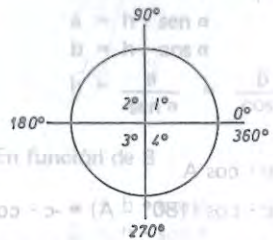
$$1 \text{ minuto} = 60 \text{ segundos} \quad (1' = 60'')$$

Equivalencias:

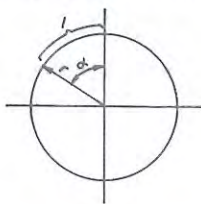
ángulo agudo < 90°

ángulo recto = 90°

ángulo obtuso > 90°



Otra unidad: el radián (rd)



La circunferencia tiene 360°, dividida en cuatro cuadrantes de 90° cada uno

$$1 \text{ rd} = 57^\circ 17' 33'', 8$$

$$1 \text{ rd} = 57^\circ 29' 57'' 7951$$

$$1^\circ = 0,01745329252 \text{ rd}$$

Angulo en grados	Nombre de la función	Valor de la función para cada décima de grado									
		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	sen	0,0000	0,0017	0,0035	0,0052	0,0070	0,0087	0,0105	0,0122	0,0140	0,0157
	cos	1,0000	0,9998	0,9995	0,9991	0,9987	0,9982	0,9976	0,9970	0,9963	0,9956
	tg	0,0000	0,0017	0,0035	0,0052	0,0070	0,0087	0,0105	0,0122	0,0140	0,0157
1	sen	0,0175	0,0192	0,0209	0,0227	0,0244	0,0262	0,0279	0,0297	0,0314	0,0332
	cos	0,9998	0,9998	0,9998	0,9997	0,9997	0,9997	0,9996	0,9996	0,9995	0,9995
	tg	0,0175	0,0192	0,0209	0,0227	0,0244	0,0262	0,0279	0,0297	0,0314	0,0332
2	sen	0,0349	0,0366	0,0384	0,0401	0,0419	0,0436	0,0454	0,0471	0,0488	0,0506
	cos	0,9994	0,9993	0,9993	0,9992	0,9991	0,9990	0,9989	0,9989	0,9988	0,9987
	tg	0,0349	0,0366	0,0384	0,0401	0,0419	0,0436	0,0454	0,0471	0,0488	0,0506
3	sen	0,0523	0,0541	0,0558	0,0576	0,0593	0,0610	0,0628	0,0645	0,0663	0,0680
	cos	0,9986	0,9985	0,9984	0,9983	0,9982	0,9981	0,9980	0,9979	0,9978	0,9977
	tg	0,0524	0,0542	0,0559	0,0577	0,0594	0,0612	0,0629	0,0647	0,0664	0,0682
4	sen	0,0698	0,0715	0,0732	0,0750	0,0767	0,0785	0,0802	0,0819	0,0837	0,0854
	cos	0,9976	0,9974	0,9973	0,9972	0,9971	0,9969	0,9968	0,9966	0,9965	0,9963
	tg	0,0699	0,0717	0,0734	0,0752	0,0769	0,0787	0,0805	0,0822	0,0840	0,0857
5	sen	0,0872	0,0889	0,0906	0,0924	0,0941	0,0958	0,0976	0,0993	0,1011	0,1028
	cos	0,9962	0,9960	0,9959	0,9957	0,9956	0,9954	0,9952	0,9951	0,9949	0,9947
	tg	0,0875	0,0892	0,0910	0,0928	0,0945	0,0963	0,0981	0,0998	0,1016	0,1033
6	sen	0,1045	0,1063	0,1080	0,1097	0,1115	0,1132	0,1149	0,1167	0,1184	0,1201
	cos	0,9945	0,9943	0,9942	0,9940	0,9938	0,9936	0,9934	0,9932	0,9930	0,9928
	tg	0,1051	0,1069	0,1086	0,1104	0,1122	0,1139	0,1157	0,1175	0,1192	0,1210
7	sen	0,1219	0,1236	0,1253	0,1271	0,1288	0,1305	0,1323	0,1340	0,1357	0,1374
	cos	0,9925	0,9923	0,9921	0,9919	0,9917	0,9914	0,9912	0,9910	0,9907	0,9905
	tg	0,1228	0,1246	0,1263	0,1281	0,1299	0,1317	0,1334	0,1352	0,1370	0,1388
8	sen	0,1392	0,1409	0,1426	0,1444	0,1461	0,1478	0,1495	0,1513	0,1530	0,1547
	cos	0,9903	0,9900	0,9898	0,9895	0,9893	0,9890	0,9888	0,9885	0,9882	0,9880
	tg	0,1405	0,1423	0,1441	0,1459	0,1477	0,1495	0,1512	0,1530	0,1548	0,1566
9	sen	0,1564	0,1582	0,1599	0,1616	0,1633	0,1650	0,1663	0,1685	0,1702	0,1719
	cos	0,9877	0,9874	0,9871	0,9869	0,9866	0,9863	0,9860	0,9857	0,9854	0,9851
	tg	0,1584	0,1602	0,1620	0,1638	0,1655	0,1673	0,1691	0,1709	0,1727	0,1745
10	sen	0,1736	0,1754	0,1771	0,1788	0,1805	0,1822	0,1840	0,1857	0,1874	0,1891
	cos	0,9848	0,9845	0,9842	0,9839	0,9836	0,9833	0,9829	0,9826	0,9823	0,9820
	tg	0,1763	0,1781	0,1799	0,1817	0,1835	0,1853	0,1871	0,1890	0,1908	0,1926
11	sen	0,1908	0,1925	0,1942	0,1959	0,1977	0,1994	0,2011	0,2028	0,2045	0,2062
	cos	0,9816	0,9813	0,9810	0,9806	0,9803	0,9799	0,9796	0,9792	0,9789	0,9785
	tg	0,1944	0,1962	0,1980	0,1998	0,2016	0,2035	0,2053	0,2071	0,2089	0,2107
12	sen	0,2079	0,2096	0,2113	0,2130	0,2147	0,2164	0,2181	0,2198	0,2215	0,2232
	cos	0,9781	0,9778	0,9774	0,9770	0,9767	0,9763	0,9759	0,9755	0,9751	0,9748
	tg	0,2126	0,2144	0,2162	0,2180	0,2199	0,2217	0,2235	0,2254	0,2272	0,2290
13	sen	0,2250	0,2267	0,2284	0,2300	0,2317	0,2334	0,2351	0,2368	0,2385	0,2402
	cos	0,9744	0,9740	0,9736	0,9732	0,9728	0,9724	0,9720	0,9715	0,9711	0,9707
	tg	0,2309	0,2327	0,2345	0,2363	0,2382	0,2401	0,2419	0,2438	0,2456	0,2475
14	sen	0,2419	0,2436	0,2453	0,2470	0,2487	0,2504	0,2521	0,2538	0,2554	0,2571
	cos	0,9703	0,9699	0,9694	0,9690	0,9686	0,9681	0,9677	0,9673	0,9668	0,9664
	tg	0,2493	0,2512	0,2530	0,2549	0,2568	0,2586	0,2605	0,2623	0,2642	0,2661
15	sen	0,2588	0,2605	0,2622	0,2639	0,2656	0,2672	0,2689	0,2706	0,2723	0,2740
	cos	0,9659	0,9655	0,9650	0,9646	0,9641	0,9636	0,9632	0,9627	0,9622	0,9617
	tg	0,2679	0,2698	0,2717	0,2736	0,2754	0,2773	0,2792	0,2811	0,2830	0,2849
16	sen	0,2756	0,2773	0,2790	0,2807	0,2823	0,2840	0,2857	0,2874	0,2890	0,2907
	cos	0,9613	0,9608	0,9603	0,9598	0,9593	0,9588	0,9583	0,9578	0,9573	0,9568
	tg	0,2867	0,2886	0,2905	0,2924	0,2943	0,2962	0,2981	0,3000	0,3019	0,3038
17	sen	0,2924	0,2940	0,2957	0,2974	0,2990	0,3007	0,3024	0,3040	0,3057	0,3074
	cos	0,9563	0,9558	0,9553	0,9548	0,9542	0,9537	0,9532	0,9527	0,9521	0,9516
	tg	0,3037	0,3056	0,3076	0,3096	0,3115	0,3134	0,3153	0,3172	0,3191	0,3210

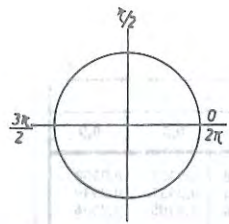
Ángulo en grados	Nombre de la función	Valor de la función para cada décima de grado									
		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
18	sen	0,3090	0,3107	0,3123	0,3140	0,3156	0,3173	0,3190	0,3206	0,3223	0,3239
	cos	0,9511	0,9505	0,9500	0,9494	0,9489	0,9483	0,9478	0,9472	0,9466	0,9461
	tg	0,3249	0,3269	0,3288	0,3307	0,3327	0,3346	0,3365	0,3385	0,3403	0,3424
19	sen	0,3256	0,3272	0,3289	0,3305	0,3322	0,3338	0,3355	0,3371	0,3387	0,3404
	cos	0,9455	0,9449	0,9444	0,9438	0,9432	0,9426	0,9421	0,9415	0,9409	0,9403
	tg	0,3443	0,3463	0,3482	0,3502	0,3522	0,3541	0,3561	0,3581	0,3600	0,3620
20	sen	0,3420	0,3437	0,3453	0,3469	0,3486	0,3502	0,3518	0,3535	0,3551	0,3567
	cos	0,9397	0,9391	0,9385	0,9379	0,9373	0,9367	0,9361	0,9354	0,9348	0,9342
	tg	0,3640	0,3659	0,3679	0,3699	0,3719	0,3739	0,3759	0,3779	0,3799	0,3819
21	sen	0,3584	0,3600	0,3616	0,3633	0,3649	0,3665	0,3681	0,3697	0,3714	0,3730
	cos	0,9336	0,9330	0,9323	0,9317	0,9311	0,9304	0,9298	0,9291	0,9285	0,9278
	tg	0,3839	0,3859	0,3879	0,3899	0,3919	0,3939	0,3959	0,3979	0,4000	0,4020
22	sen	0,3746	0,3762	0,3778	0,3795	0,3811	0,3827	0,3843	0,3859	0,3875	0,3891
	cos	0,9272	0,9265	0,9259	0,9252	0,9245	0,9239	0,9232	0,9225	0,9219	0,9212
	tg	0,4040	0,4061	0,4081	0,4101	0,4122	0,4142	0,4163	0,4183	0,4204	0,4224
23	sen	0,3907	0,3923	0,3939	0,3955	0,3971	0,3987	0,4003	0,4019	0,4035	0,4051
	cos	0,9205	0,9198	0,9191	0,9184	0,9178	0,9171	0,9164	0,9157	0,9150	0,9143
	tg	0,4245	0,4265	0,4286	0,4307	0,4327	0,4348	0,4369	0,4390	0,4411	0,4431
24	sen	0,4067	0,4083	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4163	0,4179	0,4195	0,4210
	cos	0,9135	0,9128	0,9121	0,9114	0,9107	0,9100	0,9092	0,9085	0,9078	0,9070
	tg	0,4452	0,4473	0,4494	0,4515	0,4536	0,4557	0,4578	0,4599	0,4621	0,4642
25	sen	0,4226	0,4242	0,4258	0,4274	0,4289	0,4305	0,4321	0,4337	0,4352	0,4368
	cos	0,9073	0,9066	0,9058	0,9051	0,9043	0,9036	0,9028	0,9021	0,9013	0,9006
	tg	0,4663	0,4684	0,4706	0,4727	0,4748	0,4770	0,4791	0,4813	0,4834	0,4856
26	sen	0,4384	0,4399	0,4415	0,4431	0,4446	0,4462	0,4478	0,4493	0,4509	0,4524
	cos	0,8988	0,8980	0,8973	0,8965	0,8957	0,8949	0,8942	0,8934	0,8926	0,8918
	tg	0,4877	0,4899	0,4921	0,4942	0,4964	0,4986	0,5008	0,5029	0,5051	0,5073
27	sen	0,4540	0,4555	0,4571	0,4586	0,4602	0,4617	0,4633	0,4648	0,4664	0,4679
	cos	0,8910	0,8902	0,8894	0,8886	0,8878	0,8870	0,8862	0,8854	0,8846	0,8838
	tg	0,5095	0,5117	0,5139	0,5161	0,5184	0,5206	0,5228	0,5250	0,5272	0,5295
28	sen	0,4695	0,4710	0,4726	0,4741	0,4756	0,4772	0,4787	0,4802	0,4818	0,4833
	cos	0,8829	0,8821	0,8813	0,8805	0,8796	0,8788	0,8780	0,8771	0,8763	0,8755
	tg	0,5317	0,5340	0,5362	0,5384	0,5407	0,5430	0,5452	0,5475	0,5498	0,5520
29	sen	0,4818	0,4833	0,4849	0,4864	0,4879	0,4894	0,4909	0,4924	0,4939	0,4955
	cos	0,8746	0,8738	0,8729	0,8721	0,8712	0,8704	0,8695	0,8686	0,8678	0,8669
	tg	0,5543	0,5566	0,5589	0,5612	0,5635	0,5658	0,5681	0,5704	0,5727	0,5750
30	sen	0,5000	0,5015	0,5030	0,5045	0,5060	0,5075	0,5090	0,5105	0,5120	0,5135
	cos	0,8660	0,8652	0,8643	0,8634	0,8625	0,8616	0,8607	0,8599	0,8590	0,8581
	tg	0,5774	0,5797	0,5820	0,5844	0,5867	0,5890	0,5914	0,5938	0,5961	0,5985
31	sen	0,5150	0,5165	0,5180	0,5195	0,5210	0,5225	0,5240	0,5255	0,5270	0,5284
	cos	0,8572	0,8563	0,8554	0,8545	0,8536	0,8526	0,8517	0,8508	0,8499	0,8490
	tg	0,6009	0,6032	0,6056	0,6080	0,6104	0,6128	0,6152	0,6176	0,6200	0,6224
32	sen	0,5299	0,5314	0,5329	0,5344	0,5358	0,5373	0,5388	0,5402	0,5417	0,5432
	cos	0,8480	0,8471	0,8462	0,8453	0,8444	0,8434	0,8425	0,8415	0,8406	0,8396
	tg	0,6249	0,6273	0,6297	0,6322	0,6346	0,6371	0,6395	0,6420	0,6445	0,6469
33	sen	0,5446	0,5461	0,5476	0,5490	0,5505	0,5519	0,5534	0,5548	0,5563	0,5577
	cos	0,8387	0,8377	0,8368	0,8358	0,8348	0,8339	0,8329	0,8320	0,8310	0,8300
	tg	0,6494	0,6519	0,6544	0,6569	0,6594	0,6619	0,6644	0,6669	0,6694	0,6720
34	sen	0,5592	0,5606	0,5621	0,5635	0,5650	0,5664	0,5678	0,5693	0,5707	0,5721
	cos	0,8290	0,8281	0,8271	0,8261	0,8251	0,8241	0,8231	0,8221	0,8211	0,8202
	tg	0,6745	0,6771	0,6796	0,6822	0,6847	0,6873	0,6899	0,6924	0,6950	0,6976
35	sen	0,5736	0,5750	0,5764	0,5779	0,5793	0,5807	0,5821	0,5835	0,5850	0,5864
	cos	0,8192	0,8181	0,8171	0,8161	0,8151	0,8141	0,8131	0,8121	0,8111	0,8100
	tg	0,7002	0,7028	0,7054	0,7080	0,7107	0,7133	0,7159	0,7186	0,7212	0,7239

Ángulo en grados	Nombre de la función	Valor de la función para cada décima de grado									
		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
36	sen	0,5878	0,5892	0,5906	0,5920	0,5934	0,5948	0,5962	0,5976	0,5990	0,6004
	cos	0,8090	0,8080	0,8070	0,8059	0,8049	0,8039	0,8028	0,8018	0,8007	0,7997
	tg	0,7265	0,7292	0,7319	0,7346	0,7373	0,7400	0,7427	0,7454	0,7481	0,7508
37	sen	0,6018	0,6032	0,6046	0,6060	0,6074	0,6088	0,6101	0,6115	0,6129	0,6143
	cos	0,7986	0,7976	0,7965	0,7955	0,7944	0,7934	0,7923	0,7912	0,7902	0,7891
	tg	0,7536	0,7563	0,7590	0,7618	0,7646	0,7673	0,7701	0,7729	0,7757	0,7785
38	sen	0,6157	0,6170	0,6184	0,6198	0,6211	0,6225	0,6239	0,6252	0,6266	0,6280
	cos	0,7880	0,7869	0,7859	0,7848	0,7837	0,7826	0,7815	0,7804	0,7793	0,7782
	tg	0,7813	0,7841	0,7869	0,7898	0,7926	0,7954	0,7983	0,8012	0,8040	0,8069
39	sen	0,6293	0,6307	0,6320	0,6334	0,6347	0,6361	0,6374	0,6388	0,6401	0,6414
	cos	0,7771	0,7760	0,7749	0,7738	0,7727	0,7716	0,7705	0,7694	0,7683	0,7672
	tg	0,8098	0,8127	0,8156	0,8185	0,8214	0,8243	0,8273	0,8302	0,8332	0,8361
40	sen	0,6428	0,6441	0,6455	0,6468	0,6481	0,6494	0,6508	0,6521	0,6534	0,6547
	cos	0,7660	0,7649	0,7638	0,7627	0,7615	0,7604	0,7593	0,7581	0,7570	0,7559
	tg	0,8391	0,8421	0,8451	0,8481	0,8511	0,8541	0,8571	0,8601	0,8632	0,8662
41	sen	0,6561	0,6574	0,6587	0,6600	0,6613	0,6626	0,6639	0,6653	0,6666	0,6678
	cos	0,7517	0,7506	0,7495	0,7483	0,7471	0,7460	0,7448	0,7436	0,7425	0,7413
	tg	0,8693	0,8724	0,8754	0,8785	0,8816	0,8847	0,8878	0,8910	0,8941	0,8972
42	sen	0,6691	0,6704	0,6717	0,6730	0,6743	0,6756	0,6769	0,6782	0,6794	0,6807
	cos	0,7431	0,7420	0,7408	0,7396	0,7385	0,7373	0,7361	0,7349	0,7337	0,7325
	tg	0,9004	0,9036	0,9067	0,9099	0,9131	0,9163	0,9195	0,9228	0,9260	0,9293
43	sen	0,6820	0,6833	0,6845	0,6858	0,6871	0,6883	0,6896	0,6909	0,6921	0,6934
	cos	0,7314	0,7302	0,7290	0,7278	0,7266	0,7254	0,7242	0,7230	0,7218	0,7206
	tg	0,9325	0,9358	0,9391	0,9424	0,9457	0,9490	0,9523	0,9556	0,9590	0,9623
44	sen	0,6947	0,6959	0,6972	0,6984	0,6997	0,7009	0,7022	0,7034	0,7046	0,7059
	cos	0,7193	0,7181	0,7169	0,7157	0,7145	0,7133	0,7120	0,7108	0,7096	0,7083
	tg	0,9657	0,9691	0,9725	0,9759	0,9793	0,9827	0,9861	0,9896	0,9930	0,9965
45	sen	0,7071	0,7083	0,7096	0,7108	0,7120	0,7133	0,7145	0,7157	0,7169	0,7181
	cos	0,7071	0,7059	0,7046	0,7034	0,7022	0,7009	0,6997	0,6984	0,6972	0,6959
	tg	1,0000	1,0035	1,0070	1,0105	1,0141	1,0176	1,0212	1,0247	1,0283	1,0319
46	sen	0,7193	0,7206	0,7218	0,7230	0,7242	0,7254	0,7266	0,7278	0,7290	0,7302
	cos	0,6947	0,6934	0,6921	0,6909	0,6896	0,6884	0,6871	0,6858	0,6845	0,6833
	tg	1,0355	1,0392	1,0428	1,0464	1,0501	1,0538	1,0575	1,0612	1,0649	1,0686
47	sen	0,7314	0,7325	0,7337	0,7349	0,7361	0,7373	0,7385	0,7396	0,7408	0,7420
	cos	0,6820	0,6807	0,6794	0,6782	0,6769	0,6756	0,6743	0,6730	0,6717	0,6704
	tg	1,0724	1,0761	1,0799	1,0837	1,0875	1,0913	1,0951	1,0990	1,1028	1,1066
48	sen	0,7431	0,7443	0,7455	0,7466	0,7478	0,7490	0,7501	0,7513	0,7524	0,7536
	cos	0,6691	0,6678	0,6665	0,6652	0,6639	0,6626	0,6613	0,6600	0,6587	0,6574
	tg	1,1106	1,1145	1,1184	1,1224	1,1263	1,1303	1,1343	1,1383	1,1423	1,1463
49	sen	0,7547	0,7559	0,7570	0,7581	0,7593	0,7604	0,7615	0,7627	0,7638	0,7649
	cos	0,6561	0,6547	0,6534	0,6521	0,6508	0,6494	0,6481	0,6468	0,6455	0,6441
	tg	1,1504	1,1541	1,1585	1,1626	1,1667	1,1708	1,1750	1,1792	1,1833	1,1875
50	sen	0,7660	0,7672	0,7683	0,7694	0,7705	0,7716	0,7727	0,7738	0,7749	0,7760
	cos	0,6428	0,6411	0,6401	0,6388	0,6374	0,6361	0,6347	0,6334	0,6320	0,6307
	tg	1,1918	1,1960	1,2002	1,2045	1,2088	1,2131	1,2174	1,2218	1,2261	1,2305
51	sen	0,7771	0,7782	0,7793	0,7804	0,7815	0,7826	0,7837	0,7848	0,7859	0,7869
	cos	0,6293	0,6280	0,6266	0,6252	0,6239	0,6225	0,6211	0,6198	0,6184	0,6170
	tg	1,2349	1,2393	1,2437	1,2482	1,2527	1,2572	1,2617	1,2662	1,2708	1,2753
52	sen	0,7880	0,7891	0,7902	0,7912	0,7923	0,7934	0,7944	0,7955	0,7965	0,7976
	cos	0,6157	0,6143	0,6129	0,6115	0,6101	0,6088	0,6074	0,6060	0,6046	0,6032
	tg	1,2799	1,2846	1,2892	1,2938	1,2985	1,3032	1,3079	1,3127	1,3175	1,3222
53	sen	0,7986	0,7997	0,8007	0,8018	0,8029	0,8039	0,8049	0,8059	0,8070	0,8080
	cos	0,6018	0,6004	0,5990	0,5976	0,5962	0,5948	0,5934	0,5920	0,5906	0,5892
	tg	1,3270	1,3319	1,3367	1,3416	1,3465	1,3514	1,3564	1,3613	1,3663	1,3713

Angulo en grados	Nombre de la función	Valor de la función para cada décima de grado									
		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
54	sen	0,8090	0,8100	0,8111	0,8121	0,8131	0,8141	0,8151	0,8161	0,8171	0,8181
	cos	0,5878	0,5864	0,5850	0,5835	0,5821	0,5807	0,5793	0,5779	0,5764	0,5750
	tg	1,3764	1,3814	1,3865	1,3916	1,3968	1,4019	1,4071	1,4124	1,4176	1,4229
55	sen	0,8192	0,8202	0,8211	0,8221	0,8231	0,8241	0,8251	0,8261	0,8271	0,8281
	cos	0,5736	0,5721	0,5707	0,5693	0,5678	0,5664	0,5650	0,5635	0,5621	0,5606
	tg	1,4281	1,4335	1,4388	1,4442	1,4496	1,4550	1,4605	1,4659	1,4715	1,4770
56	sen	0,8290	0,8300	0,8310	0,8320	0,8329	0,8339	0,8348	0,8358	0,8368	0,8377
	cos	0,5592	0,5577	0,5563	0,5548	0,5534	0,5519	0,5505	0,5490	0,5476	0,5461
	tg	1,4826	1,4882	1,4938	1,4994	1,5051	1,5108	1,5166	1,5224	1,5282	1,5340
57	sen	0,8387	0,8396	0,8406	0,8415	0,8425	0,8434	0,8443	0,8453	0,8462	0,8471
	cos	0,5446	0,5432	0,5417	0,5402	0,5388	0,5373	0,5358	0,5344	0,5329	0,5314
	tg	1,5399	1,5458	1,5517	1,5577	1,5637	1,5697	1,5757	1,5818	1,5880	1,5941
58	sen	0,8480	0,8490	0,8499	0,8508	0,8517	0,8526	0,8536	0,8545	0,8554	0,8563
	cos	0,5299	0,5284	0,5270	0,5255	0,5240	0,5225	0,5210	0,5195	0,5180	0,5165
	tg	1,6003	1,6066	1,6128	1,6191	1,6255	1,6319	1,6383	1,6447	1,6512	1,6577
59	sen	0,8572	0,8581	0,8590	0,8599	0,8607	0,8616	0,8625	0,8634	0,8643	0,8652
	cos	0,5150	0,5135	0,5120	0,5105	0,5090	0,5075	0,5060	0,5045	0,5030	0,5015
	tg	1,6643	1,6709	1,6775	1,6842	1,6909	1,6977	1,7045	1,7113	1,7182	1,7251
60	sen	0,8660	0,8669	0,8678	0,8686	0,8695	0,8704	0,8712	0,8721	0,8729	0,8738
	cos	0,5000	0,4985	0,4970	0,4955	0,4939	0,4924	0,4909	0,4894	0,4879	0,4863
	tg	1,7321	1,7391	1,7461	1,7532	1,7603	1,7675	1,7747	1,7820	1,7893	1,7966
61	sen	0,8746	0,8755	0,8763	0,8771	0,8780	0,8788	0,8796	0,8805	0,8813	0,8821
	cos	0,4848	0,4833	0,4818	0,4802	0,4787	0,4772	0,4756	0,4741	0,4726	0,4710
	tg	1,8040	1,8115	1,8190	1,8265	1,8341	1,8418	1,8495	1,8572	1,8650	1,8728
62	sen	0,8829	0,8838	0,8846	0,8854	0,8862	0,8870	0,8878	0,8886	0,8894	0,8902
	cos	0,4695	0,4679	0,4664	0,4648	0,4633	0,4617	0,4602	0,4586	0,4571	0,4555
	tg	1,8907	1,8987	1,9067	1,9147	1,9228	1,9310	1,9392	1,9475	1,9558	1,9642
63	sen	0,8910	0,8918	0,8926	0,8934	0,8942	0,8949	0,8957	0,8965	0,8973	0,8980
	cos	0,4540	0,4524	0,4509	0,4493	0,4478	0,4462	0,4446	0,4431	0,4415	0,4399
	tg	1,9626	1,9711	1,9797	1,9883	1,9970	2,0057	2,0145	2,0233	2,0323	2,0413
64	sen	0,8988	0,8996	0,9003	0,9011	0,9018	0,9026	0,9033	0,9041	0,9048	0,9056
	cos	0,4384	0,4368	0,4352	0,4337	0,4321	0,4305	0,4289	0,4274	0,4258	0,4242
	tg	2,0503	2,0594	2,0686	2,0778	2,0872	2,0965	2,1060	2,1155	2,1251	2,1348
65	sen	0,9063	0,9070	0,9078	0,9085	0,9092	0,9100	0,9107	0,9114	0,9121	0,9128
	cos	0,4226	0,4210	0,4195	0,4179	0,4163	0,4147	0,4131	0,4115	0,4099	0,4083
	tg	2,1445	2,1543	2,1642	2,1742	2,1842	2,1943	2,2045	2,2148	2,2251	2,2355
66	sen	0,9135	0,9143	0,9150	0,9157	0,9164	0,9171	0,9178	0,9184	0,9191	0,9198
	cos	0,4067	0,4051	0,4035	0,4019	0,4003	0,3987	0,3971	0,3955	0,3939	0,3923
	tg	2,2460	2,2566	2,2673	2,2781	2,2889	2,2998	2,3109	2,3220	2,3332	2,3445
67	sen	0,9205	0,9212	0,9219	0,9225	0,9232	0,9239	0,9245	0,9252	0,9259	0,9265
	cos	0,3907	0,3891	0,3875	0,3859	0,3843	0,3827	0,3811	0,3795	0,3778	0,3762
	tg	2,3559	2,3673	2,3789	2,3906	2,4023	2,4142	2,4262	2,4383	2,4504	2,4627
68	sen	0,9272	0,9278	0,9285	0,9291	0,9298	0,9304	0,9311	0,9317	0,9323	0,9330
	cos	0,3746	0,3730	0,3714	0,3697	0,3681	0,3665	0,3649	0,3633	0,3616	0,3600
	tg	2,4751	2,4876	2,5002	2,5129	2,5257	2,5386	2,5517	2,5649	2,5782	2,5916
69	sen	0,9336	0,9342	0,9348	0,9354	0,9361	0,9367	0,9373	0,9379	0,9385	0,9391
	cos	0,3584	0,3567	0,3551	0,3535	0,3518	0,3502	0,3486	0,3469	0,3453	0,3437
	tg	2,6051	2,6187	2,6325	2,6464	2,6605	2,6746	2,6889	2,7034	2,7179	2,7326
70	sen	0,9397	0,9403	0,9409	0,9415	0,9421	0,9426	0,9432	0,9438	0,9444	0,9449
	cos	0,3420	0,3404	0,3387	0,3371	0,3355	0,3338	0,3322	0,3305	0,3289	0,3272
	tg	2,7475	2,7625	2,7776	2,7929	2,8083	2,8239	2,8397	2,8556	2,8716	2,8878
71	sen	0,9455	0,9461	0,9466	0,9472	0,9478	0,9483	0,9489	0,9494	0,9500	0,9505
	cos	0,3256	0,3239	0,3223	0,3206	0,3190	0,3173	0,3156	0,3140	0,3123	0,3107
	tg	2,9042	2,9208	2,9375	2,9544	2,9714	2,9887	3,0061	3,0237	3,0415	3,0595

Angulo en grados	Nombre de la función	Valor de la función para cada décima de grado									
		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
72	sen	0,9511	0,9516	0,9521	0,9527	0,9532	0,9537	0,9542	0,9548	0,9553	0,9558
	cos	0,3090	0,3074	0,3057	0,3040	0,3024	0,3007	0,2990	0,2974	0,2957	0,2940
	tg	3,0777	3,0961	3,1146	3,1334	3,1524	3,1716	3,1910	3,2106	3,2305	3,2506
73	sen	0,9563	0,9568	0,9573	0,9578	0,9583	0,9588	0,9593	0,9598	0,9603	0,9608
	cos	0,2924	0,2907	0,2890	0,2874	0,2857	0,2840	0,2823	0,2807	0,2790	0,2773
	tg	3,2709	3,2914	3,3122	3,3332	3,3544	3,3759	3,3977	3,4197	3,4420	3,4646
74	sen	0,9613	0,9617	0,9622	0,9627	0,9632	0,9636	0,9641	0,9646	0,9650	0,9655
	cos	0,2756	0,2740	0,2723	0,2706	0,2689	0,2672	0,2656	0,2639	0,2622	0,2605
	tg	3,4874	3,5105	3,5339	3,5576	3,5816	3,6059	3,6305	3,6554	3,6806	3,7062
75	sen	0,9659	0,9664	0,9668	0,9673	0,9677	0,9681	0,9686	0,9690	0,9694	0,9699
	cos	0,2588	0,2571	0,2554	0,2538	0,2521	0,2504	0,2487	0,2470	0,2453	0,2436
	tg	3,7321	3,7583	3,7848	3,8118	3,8391	3,8667	3,8947	3,9232	3,9520	3,9812
76	sen	0,9703	0,9707	0,9711	0,9715	0,9720	0,9724	0,9728	0,9732	0,9736	0,9740
	cos	0,2419	0,2402	0,2385	0,2368	0,2351	0,2334	0,2317	0,2300	0,2284	0,2267
	tg	4,0108	4,0408	4,0713	4,1022	4,1335	4,1653	4,1976	4,2303	4,2635	4,2972
77	sen	0,9744	0,9748	0,9751	0,9755	0,9759	0,9763	0,9767	0,9770	0,9774	0,9778
	cos	0,2250	0,2232	0,2215	0,2198	0,2181	0,2164	0,2147	0,2130	0,2113	0,2096
	tg	4,3315	4,3662	4,4015	4,4373	4,4737	4,5107	4,5483	4,5864	4,6252	4,6646
78	sen	0,9781	0,9785	0,9789	0,9792	0,9796	0,9799	0,9803	0,9806	0,9810	0,9813
	cos	0,2079	0,2062	0,2045	0,2028	0,2011	0,1994	0,1977	0,1959	0,1942	0,1925
	tg	4,7046	4,7453	4,7867	4,8288	4,8716	4,9152	4,9594	5,0045	5,0504	5,0970
79	sen	0,9816	0,9820	0,9823	0,9826	0,9829	0,9833	0,9836	0,9839	0,9842	0,9845
	cos	0,1908	0,1891	0,1874	0,1857	0,1840	0,1822	0,1805	0,1788	0,1771	0,1754
	tg	5,1446	5,1929	5,2422	5,2924	5,3435	5,3955	5,4486	5,5026	5,5578	5,6140
80	sen	0,9848	0,9851	0,9854	0,9857	0,9860	0,9863	0,9866	0,9869	0,9871	0,9874
	cos	0,1736	0,1719	0,1702	0,1685	0,1668	0,1650	0,1633	0,1616	0,1599	0,1582
	tg	5,6713	5,7297	5,7894	5,8502	5,9124	5,9758	6,0405	6,1066	6,1742	6,2432
81	sen	0,9877	0,9880	0,9882	0,9885	0,9888	0,9890	0,9893	0,9895	0,9898	0,9900
	cos	0,1564	0,1547	0,1530	0,1513	0,1495	0,1478	0,1461	0,1444	0,1426	0,1409
	tg	6,3138	6,3859	6,4596	6,5350	6,6122	6,6912	6,7720	6,8548	6,9395	7,0264
82	sen	0,9903	0,9905	0,9907	0,9910	0,9912	0,9914	0,9917	0,9919	0,9921	0,9923
	cos	0,1392	0,1374	0,1357	0,1340	0,1323	0,1305	0,1288	0,1271	0,1253	0,1236
	tg	7,1154	7,2066	7,3002	7,3962	7,4947	7,5958	7,6996	7,8062	7,9158	8,0285
83	sen	0,9925	0,9928	0,9930	0,9932	0,9934	0,9936	0,9938	0,9940	0,9942	0,9943
	cos	0,1219	0,1201	0,1184	0,1167	0,1149	0,1132	0,1115	0,1097	0,1080	0,1063
	tg	8,1443	8,2636	8,3863	8,5126	8,6427	8,7769	8,9152	9,0579	9,2052	9,3572
84	sen	0,9945	0,9947	0,9949	0,9951	0,9952	0,9954	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960
	cos	0,1045	0,1028	0,1011	0,0993	0,0976	0,0958	0,0941	0,0924	0,0906	0,0889
	tg	9,5144	9,6768	9,8448	10,02	10,20	10,39	10,58	10,78	10,99	11,20
85	sen	0,9962	0,9963	0,9965	0,9966	0,9968	0,9969	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
	cos	0,0872	0,0854	0,0837	0,0819	0,0802	0,0785	0,0767	0,0750	0,0732	0,0715
	tg	11,43	11,66	11,91	12,16	12,43	12,71	13,00	13,30	13,62	13,95
86	sen	0,9976	0,9977	0,9978	0,9979	0,9980	0,9981	0,9982	0,9983	0,9984	0,9985
	cos	0,0698	0,0680	0,0663	0,0645	0,0628	0,0610	0,0593	0,0576	0,0558	0,0541
	tg	14,30	14,67	15,06	15,46	15,89	16,35	16,83	17,34	17,89	18,46
87	sen	0,9986	0,9987	0,9988	0,9989	0,9990	0,9990	0,9991	0,9992	0,9993	0,9993
	cos	0,0523	0,0506	0,0488	0,0471	0,0454	0,0436	0,0419	0,0401	0,0384	0,0366
	tg	19,08	19,74	20,45	21,20	22,02	22,90	23,86	24,90	26,03	27,27
88	sen	0,9994	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998	0,9998
	cos	0,0349	0,0332	0,0314	0,0297	0,0279	0,0262	0,0244	0,0227	0,0209	0,0192
	tg	28,64	30,14	31,82	33,69	35,80	38,19	40,92	44,07	47,74	52,08
89	sen	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	cos	0,0175	0,0157	0,0140	0,0122	0,0105	0,0087	0,0070	0,0052	0,0035	0,0017
	tg	57,29	63,66	71,62	81,85	95,49	114,6	143,2	191,0	286,5	573,0

División de la circunferencia en radianes



$$90^\circ = \frac{\pi}{2} \text{ rd} \quad 60^\circ = \frac{\pi}{3} \text{ rd} \quad 45^\circ = \frac{\pi}{4} \text{ rd}$$

$$180^\circ = \pi \text{ rd}$$

$$270^\circ = \frac{3\pi}{2} \text{ rd}$$

$$360^\circ = 2\pi \text{ rd}$$

Varios

EL SISTEMA SOLAR

	Mercurio	Venus	Tierra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Neptuno	Plutón
Distancia media al sol (se toma como unidad la de la Tierra)	0,38	0,72	1	1,52	5,02	9,53	19,19	30,07	39,46
Recorrido de la órbita (días)	87,9	224,7	365,25	686,9	11,86 años	29,4 años	84 años	164,7 años	247,7 años
Excentricidad de la órbita	0,20	0,07	0,017	0,093	0,048	0,056	0,047	0,009	0,24
Diámetro ecuatorial comparado al de la Tierra	0,37	0,96	1	0,54	11,14	9,4	4,0	4,3	—
Masa, tomando como unidad la Tierra	0,04	0,81	1	0,11	317	94,9	14,7	17,2	0,8
Densidad media	3,8	4,86	5,52	3,96	1,34	0,71	1,27	1,58	—
Período de rotación sobre el eje en días terrestres	88 días	—	1 día	24,6 horas	9,9 horas	10,2 horas	10,7 horas	15,8 horas	—
Velocidad de traslación en Km/s	47,5	34,7	29,6	24	13	9,6	6,7	5,4	4,8
Temperatura máxima en la superficie en °C	410	100	50	10	-135	-150	-180	-200	-210
Número de satélites	0	0	1	2	11	9	5	2	0

LA TIERRA

Radio máximo ecuatorial	6.377 Km
Radio mínimo polar	6.356 Km
Circunferencia en el meridiano	40.007 Km
Circunferencia en el ecuador	40.076 Km
Volumen	1.082.841.310.000 Km³
Peso (en trillones de toneladas)	5.977
Distancia al sol	149.700.000 Km
Tiempo de traslación alrededor del sol	365 días, 5 horas, 48 minutos
Tiempo en dar una vuelta (rotación)	23 horas, 56 minutos, 4,09 segundos
Temperatura del núcleo	~5.000 °C
Mes lunar	29 días, 12 horas, 44,05 minutos
Presión del núcleo	entre 1.500 y 3.500 Tm/cm²
Los mares cubren el 70,08 % de la Tierra, equivalente a 361.060.000 Km²	

LA ATMOSFERA

Altura Km	Región atmosférica	Temperatura grados Kelvin
15	Troposfera	217°
50	Estratosfera	200°
55	Mesosfera	190°
80	Termosfera	186°
100	Heterosfera	208°
1.000	Exosfera	1.460°

COMPOSICION DE LA ATMOSFERA

Nitrógeno	77,88 %
Oxígeno	20,95 %
Argón	0,93 %
Anhidrido carbónico	0,03 %
Neón	0,0018 %
Metano	0,00001 %
Helio	0,00005 %

LA LUNA

Diámetro	3.476 Km
Distancia mayor de la tierra (apogeo)	406.698 Km
Distancia menor de la tierra (perigeo)	356.411 Km
Orbita alrededor de la tierra	27 días, 7 h, 32,2 mn

VELOCIDAD DE MOVIMIENTO DEL AIRE
(Según la escala de Beaufort)

	m/s	Km/h
0 Calma	—	0,46
1 Aire ligero	1,5	5,4
2 Brisa ligera	3	10,8
3 Brisa suave	5	18
4 Brisa moderada	7	25
5 Brisa fresca	9	32,4
6 Brisa fuerte	11	39,6
7 Viento moderado	13	47
8 Viento fresco	15	54
9 Viento fuerte	18	65
10 Gran viento	21	76
11 Tempestad	28	100
12 Huracán	45 ó más	160 ó más

FÓRMULAS Y DATOS

prácticos para

ELECTRICISTAS

He aquí una obra que facilita extraordinariamente la labor del profesional electricista.

Es libro de consulta permanente sobre las innumerables características ligadas a las necesidades que requiere el montaje, la reparación o la diversidad de problemas que pueden plantearse en un taller de electricidad o a un especialista de la profesión.

Los datos y fórmulas recopilados en este volumen, están perfectamente desglosados – incluso en su índice de materias – en cinco apartados fundamentales para el profesional:

- I: Electricidad
- II: Electrónica
- III: Mecánica
- IV: Física y química
- V: Varios

Todas las secciones, profusamente apoyadas con esquemas, tablas, equivalencias, resistencias, valores, etc. sin haber dejado al margen el mínimo dato de interés, de recordatorio o de consulta para el profesional.



International
Thomson
Publishing
Paraninfo

ISBN 84-283-1243-5



9 788428 312431

<http://www.paraninfo.es>