

Tablas Eléctricas

Lic. Juan Chapana Vargas

TECNOLOGICO "JOSE LUIS SAN JUAN GARCIA"
CARRERA DE ELECTRICIDAD INDUSTRIAL

FORMULAS Y TABLAS ELECTRICAS



Lic. Juan Chapana Vargas

Tupiza - Bolivia
2012

INDICE

Conversion de unidades	1
Multiplos y sub multiplos decimales	3
El alfabeto griego	4
Unidades y magnitudes electricas	5
Resistividad de algunos materiales	11
Formulas de aplicación practica	12
Ley de Ohm para C.A.	17
Transformadores estáticos	19
Cálculo de transformadores	22
Tabla de conductores de cobre	24
Tabla de conductores de aluminio	26
Tabla de conductores MCM	27
Maquinas de corriente alterna	28
Líneas de baja tensión de C.A.	29
Líneas de alta tensión de C.A.	30
Luminotecnica	31
Instalaciones eléctricas	32
Electrónica	34
Controladores lógicos programables	44
Neumatica	52

CONVERSIÓN DE UNIDADES

PARA CONVERTIR	SE MULTIPLICA POR	PARA CONVERTIR	SE MULTIPLICA POR
Longitud			
pulgadas a milímetros	25,4	milímetros a pulgadas	0,0393701
pies a metros	0,3048	metros a pies	3,28084
yardas a metros	0,9144	metros a yardas	1,09361
estadios a kilómetros	0,201168	kilómetros a estadios	4,97097
millas a kilómetros	1,609344	kilómetros a millas	0,621371
Superficie			
pulgadas cuadradas a centímetros cuadrados	6,4516	centímetros cuadrados a pulgadas cuadradas	0,155
pies cuadrados a metros cuadrados	0,092903	metros cuadrados a pies cuadrados	10,7639
yardas cuadradas a metros cuadrados	0,836127	metros cuadrados a yardas cuadradas	1,19599
millas cuadradas a kilómetros cuadrados	2,589988	kilómetros cuadrados a millas cuadradas	0,386102
acres a metros cuadrados	4 046,856422	metros cuadrados a acres	0,000247
acres a hectáreas	0,404866	hectáreas a acres	2,469955
Volumen/Capacidad			
pulgadas cúbicas a centímetros cúbicos	16,387064	centímetros cúbicos a pulgadas cúbicas	0,061024
pies cúbicos a metros cúbicos	0,028317	metros cúbicos a pies cúbicos	35,3147
yardas cúbicas a metros cúbicos	0,764555	metros cúbicos a yardas cúbicas	1,30795
millas cúbicas a kilómetros cúbicos	4,1682	kilómetros cúbicos a millas cúbicas	0,239912
onzas líquidas (UK) a mililitros	28,413063	mililitros a onzas líquidas (UK)	0,035195
onzas líquidas (US) a mililitros	29,5735	mililitros a onzas líquidas (US)	0,033814
galones (UK) a litros	4,54609	litros a galones (UK)	0,219969
galones (US) a litros	3,785412	litros a galones (US)	0,264172
pintas (UK) a litros	0,568261	litros a pintas (UK)	1,759754

pintas (US) a litros	0,473176	litros a pintas (US)	2,113377
cuartos de galón (UK) a litros	1,136523	litros a cuartos de galón (UK)	0,879877
cuartos de galón (US) a litros	0,946353	litros a cuartos de galón (US)	1,056688
Masa			
onzas a gramos	28,349523	gramos a onzas	0,035274
libras a kilogramos	0,453592	kilogramos a libras	2,20462
toneladas (UK) a kilogramos	1,016,046909	kilogramos a toneladas (UK)	0,000984
toneladas (US) a kilogramos	907,18474	kilogramos a toneladas (US)	0,001102
toneladas (UK) a toneladas (métricas)	1,016047	toneladas (métricas) a toneladas (UK)	0,984207
toneladas (US) a toneladas (métricas)	0,907185	toneladas (métricas) a toneladas (US)	1,10231
Velocidad			
millas por hora a kilómetros por hora	1,609344	kilómetros por hora a millas por hora	0,621371
pies por segundo a metros por segundo	0,3048	metros por segundo a pies por segundo	3,28084
Fuerza			
libras-fuerza a newtons	4,44822	newtons a libras-fuerza	0,224809
kilogramos-fuerza a newtons	9,80665	newtons a kilogramos-fuerza	0,101972
Presión			
libras-fuerza por pulgada cuadrada a kilopascales	6,89476	kilopascales a libras-fuerza por pulgada cuadrada	0,145038
toneladas-fuerza por pulgada cuadrada (UK) a megapascales	15,4443	megapascales a toneladas-fuerza por pulgada cuadrada (UK)	0,064779
atmósferas a newtons por centímetro cuadrado	10,1325	newtons por centímetro cuadrado a atmósferas	0,098692
atmósferas a libras-fuerza por pulgada cuadrada	14,695942	libras-fuerza por pulgada cuadrada a atmósferas	0,068948
Energía			
calorías a julios	4,1868	julios a calorías	0,238846
vatio-hora a julios	3,600	julios a vatios-hora	0,000278
Potencia			
caballos fuerza HP a kilovatios	0,7457	kilovatios a caballos de vapor	1,34102

MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS DECIMALES

Factor	Prefijo	Símbolo	Factor	Prefijo	Símbolo
10^{18}	exa	E	10^{-1}	deci	d
10^{15}	penta	P	10^{-2}	centi	c
10^{12}	tera	T	10^{-3}	mili	m
10^9	giga	G	10^{-6}	micro	u
10^6	mega	M	10^{-9}	nano	n
10^3	kilo	k	10^{-12}	pico	p
10^2	hecto	h	10^{-15}	femto	f
10^1	deca	da	10^{-18}	atto	a

EL ALFABETO GRIEGO

Alfabeto griego					
Mayúscula	Minúscula	Nombre	Mayúscula	Minúscula	Nombre
A	α	alfa	N	ν	ny
B	β	beta	Z	ξ	xi
Γ	γ	gamma	O	$\omicron$	omicron
Δ	δ	delta	Π	π	pi
E	ϵ	epsilon	P	ρ	ro
Z	ζ	zeta	Σ	σ, ς	sigma
H	η	eta	T	τ	tau
Θ	θ	theta	Υ	υ	ipsilon
I	ι	iota	Φ	ϕ	phi
K	κ	kappa	X	χ	chi
Λ	λ	lambda	Ψ	ψ	psi
M	μ	my	Ω	ω	omega

UNIDADES Y MAGNITUDES ELÉCTRICAS

MAGNITUDES BÁSICAS ELÉCTRICAS

Corriente eléctrica Intensidad	Amperio	I	A	$I = V / R$
Tensión eléctrica Voltage	Voltio	V - U	V	$V = R \cdot I$

MAGNITUDES RESISTIVAS

Resistencia eléctrica	Ohmio	R	Ω Omeg a	$R = V / I$ Ley de Ohm
Conductancia	Siemens Mho	G	S $\mathfrak{U}$	$G = 1 / R$
Impedancia	Ohmio	Z	Ω	
Resistividad	Ohmio/metro/mm ² (a 20°)	ρ Ro	ρ	$\rho = \text{Ohmio} / \text{m} / \text{mm}^2$

MAGNITUDES CAPACITIVAS

Capacidad	Faradio	C	F	$C = \text{Carga} / \text{Voltage}$
Reactancia capacitiva	Ohmio	Xc	Ω	$Xc = 1 /$ Pulsación.Capacidad

Coeficiente de pérdidas de condensadores	En N° decimal	d	d	$d = X_c / R_p$ Rp=Resistencia de pérdidas
Factor de calidad de condensadores	En N° decimal	Q	Q	$Q = 1 / d$
Constante dieléctrica	Faradio / metro			F / m

MAGNITUDES INDUCTIVAS

Inductancia	Henrio	L	H Hr	$L = \text{Flujo} / \text{Intensidad}$
Reactancia inductiva	Ohmio	XI	Ω	$XI = \text{Pulsacion} / L$
Coeficiente de pérdidas de bobinas	En N° decimal	d	d	$d = R / XI$
Factor de calidad de las bobinas	En N° decimal	Q	Q	$Q = XI / R$
Permeabilidad	Henrio / metro			H / m

MAGNITUDES DE SEÑALES ALTERNAS

Frecuencia	Hercio	F	Hz	$F = 1 / T$ (T = periodo) Frecuencia = Ciclo
------------	--------	---	----	--

Longitud de onda	Metro	λ Landa	λ	$\lambda = \text{Velocidad} \cdot \text{Frecuencia}$
Pulsación	1 / segundos	ω Omega min.	ω	$\omega = 2 \cdot \text{Pi} \cdot \text{Frecuencia}$
Periodo	segundos	T	T	$T = 1 / F$
Velocidad angular	radian / Segundo		rad / s	$V_{\text{ang.}} = \text{rad} / \text{s}$

MAGNITUDES ELECTROMAGNÉTICAS

Carga eléctrica	Culombio	Q	Q	$1Q = 6,23 \cdot 10^{18}$ electrones
Intensidad de campo eléctrico	Voltage / Longitud	E	E	$E = \text{Voltage} / \text{Longitud}$
Intensidad de campo magnético	Gauss Amperio / Metro	H	H	$H = \text{f.m.m.} / \text{Longitud}$
Fuerza magnetómotriz	Gilbert Amperio-Vuelta	f.m.m	$\oint$ Theta	$\text{f.m.m} = I \cdot N^{\circ} \text{ de espiras}$
Flujo magnético	Weber Maxwell	Wb M	Φ Phi	$Wb = V \cdot \text{Segundo}$

Inducción magnética	Tesla Gauss	T G	B	$B = \text{Flujo magnético} / m^2$
---------------------	----------------	--------	---	------------------------------------

MAGNITUDES DE TRABAJO ELÉCTRICO

Potencia eléctrica	Vatio	P	W	$P = V \cdot I$
Densidad de corriente	Amperio / mm^2	J	J	$J = I / mm^2$
Trabajo eléctrico	Watio / Segundo (Joule)	W	Ws	$W = \text{Potencia} \cdot \text{Tiempo}$
Rendimiento eléctrico	Nº decimal Porcentage	η Eta	τ	$\eta = \text{Pot. útil} / \text{Pot. consumida}$

MAGNITUDES FOTOMÉTRICAS

Flujo luminoso	Lumen	Lm	Φ	
Intensidad Luminosa	Candela	cd	cd	
Eficacia luminosa	Lumen / Vatio	cd	η	$cd = Lm / \text{Vatio}$
Iluminación	Lux	Lx	E	$Lx = Lm / m^2$

Luminancia	Candela / m ²	cd / m ²	L	$L = \text{cd} / \text{m}^2$
------------	--------------------------	---------------------	---	------------------------------

MAGNITUDES TÉRMICAS

Temperatura	Grados Celsius Grados Fahrenheit Grados Kelvin	T	°C °F °K	
Cantidad de calor	Joule Kilocaloría	J Kcal	Q	1 Kcal = 1000 cal = 4180 J
Capacidad calorífica	Joule / K Kilocaloría / K	J / K Kcal / K	K	
Resistencia térmica	K / W	R_{th}	R_{th}	$R_{th} = \Delta T / \text{Pot. disipada}$ $\Delta T = \text{Incremento de temp.}$

MAGNITUDES GENERALES EN LA FÍSICA

Tiempo	Segundo	t	s	
Longitud	Metro	L	m	
Fuerza	Newton	F	N	

Masa	Gramo	m	g	
Energia	Joule	E	J	
Presión	Pascal	P	Pa	
Sonoridad y escalas logarítmicas de potencias	Bel Decibel	dB	dB	$\text{dB} = \text{Bel} / 10$

OTRAS MAGNITUDES

Susceptancia	Siemens	B	S	
admitancia	Siemens	Y	S	
Velocidad	Metro / segundo	V	m / s	$V = \text{m} / \text{s}$
Velocidad de transmisión de información	Baudio	bps	bps	$\text{Bps} = \text{Bits} \cdot \text{Segundo}$

Resistividad y conductividad de diversos Materiales conductores

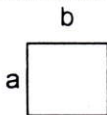
Material	Resistividad $\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$	Conductividad $\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$
Aluminio	0,028	34
Cobre	0,017	57
Constantan	0,50	2
Estaño	0,139	7,1
Niquelina	0,47	2,1
Oro	0,024	41,6
Plata	0,016	62,5
Plomo	0,204	4,9
Tungsteno	0,054	1,85

Coefficientes de temperatura

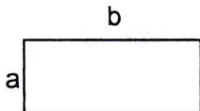
Materiales	Coefficiente a 20°C
Plata	0,0038
Cobre	0,0039
Aluminio	0,0038
Oro	0,0037
Tungsteno	0,0039
Hierro	0,0060
Estaño	0,0037

FORMULAS DE APLICACIÓN PRÁCTICA**1) Áreas.**

- Un cuadrado a^2



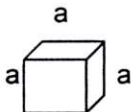
- Un rectángulo $a.b$



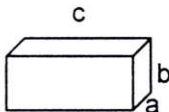
- Un círculo $\pi . r^2$

**2) Volúmenes**

- Un cubo a^3



- Un prisma rectangular
 $a . b . c$



3) Resistencia de un conductor

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

R	Resistencia en Ohmios
l	Longitud en metros
S	Sección en mm ²

4) Asociación de resistencias

En serie: $RT = r_1 + r_2 + r_3 + \dots r_x$

En paralelo: $RT = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots \frac{1}{r_x}}$

5) Ley de Ohm DC

$$I = \frac{E}{R} \qquad P = ExI$$

I	En amperios
E	En voltios
R	En ohmios
P	En vatios

6) Ley de Joule Cantidad de calor

$$Q = 0,00024 x R x I^2 x t$$

Q	Cantidad de calor en Kilocalorías
R	Resistencia en Ohmios
I	Intensidad en amperios
T	Tiempo en segundos

7) Asociación de Condensadores

$$\text{En serie: } CT = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_x}}$$

$$\text{En paralelo: } CT = c_1 + c_2 + c_3 + \dots + c_x$$

8) Inductancia de una bobina larga sin núcleo.

$$L = 1,257 x \frac{s x N^2}{l x 10^8}$$

L	inductividad en henrios
s	sección de la bobina en cm ²
N	número de espiras.
l	longitud de bobina en cm.

9) Inductancia de una bobina con núcleo.

$$L = \frac{N \times \Phi}{I \times 10^8}$$

L inductividad en henrios
I intensidad que circula en amperios
 Φ flujo en maxwellios.
N número de espiras.

10) Fuerza portante de un imán o electroimán.

$$P = \left(\frac{B}{5000} \right)^2 \times S$$

P esfuerzo en kg.
B inducción en gaussios
S superficie polo iman en cm²
Si es de herradura será 2 S

11) Flujo magnético o inducción.

$$\Phi = B \times S$$

Φ flujo en maxwellios
B inducción en gaussios.
S sección cm²

12) Intensidad de campo en el interior de un solenoide.

$$H = 1,25 \times \frac{N \times I}{l}$$

H Intensidad en gaussios.

N número de espiras

I intensidad que circula en amperios.

l longitud solenoide en cm.

13) Inducción magnética.

$$B = \mu \times H = \frac{\mu \times N \times I}{l}$$

B inducción en gaussios

H intensidad de campo en (A x vuelta)/cm

μ permeabilidad del núcleo

LEY DE OHM C.A.14) Circuito resistivo puro $E = I \times R$ 15) Circuito reactivo puro $E = I \times X$ 16) Circuito resistivo reactivo $E = I \times Z$ **E:** Tensión del circuito en voltios**I:** Corriente en amperios**R:** Resistencia del circuito en ohms.**X:** XL y XC reactancias del circuito en Ohms**Z:** Impedancia del circuito en Ohms**POTENCIA ELECTRICA.**

	Potencia Activa	Potencia Reactiva	Potencia Aparente
Monofási	$P = E \times I \times \cos \varphi$	$Q = E \times I \times \sin \varphi$	$P_a = E \times I$
Trifásica	$P = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \varphi$	$Q = \sqrt{3} \times E \times I \times \sin \varphi$	$P_a = \sqrt{3} \times E \times I$

- P_a : Potencia aparente en Volta amperios
- E : Tensión en voltios en trifásica entre fases
- I : corriente en amperios
- P : Potencia activa en Vatios (Wats)
- Q : Potencia reactiva en voltamperios reactivos
- $\cos. \varphi$ factor de potencia del circuito

17) FACTOR DE POTENCIA

RENDIMIENTO

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

$$\eta = \frac{Pu}{P}$$

Pu: Potencia mecánica útil
P: Potencia activa absorbida
Pa: Potencia Aparente

18) REACTANCIA INDUCTIVA DE UNA SOLA INDUCTANCIA

$$XL = \omega x L$$

XL: Reactancia inductiva en Ohms
L: Inductancia en Henrios (Hy)
 ω : Pulsación = $2 \pi \times f$
f: Frecuencia en Hz

19) REACTANCIA CAPACITIVA DE UNA SOLA CAPACIDAD

$$XC = \frac{1}{\omega x C}$$

XC: Reactancia capacitiva en Ohms
C: Capacidad en faradios
 ω : Pulsación en $2 \pi \times f$
f: Frecuencia en Hz.

TRANSFORMADORES ESTATICOS.

20) Relación de transformación.

$$m = \frac{V1}{V2} = \frac{I2}{I1} = \frac{W1}{W2}$$

V1 tensión del primario

V2 tensión del secundario

I1 corriente del primario

I2 corriente del secundario

W1 número de espiras del primario

W2 número de espiras del secundario

21) Número de espiras por voltio de primarios y secundarios.

$$\frac{W}{E} = \frac{10^8}{4,44 \times f \times \emptyset}$$

$$\text{Donde } \emptyset = B \times S = 10000 \times 45$$

22) Perdidas en el cobre

$$W_c = r1 \times I1^2 + r2 \times I2^2$$

Para transformadores trifásicos tenemos:

$$W_c = (3xr_1xI_1^2) + (3xr_2xI_2^2)$$

W_c pérdida en vatios.
 r_1 y r_2 resistencia del primario y
 secundario en ohmios.
 I_1 e I_2 corriente en el primario y
 secundario en amperios.

23) Pérdidas de energía por histéresis.

$$P = \frac{n \times V \times f \times B^{1.6}}{10^7}$$

P pérdida en vatios.
 V volumen material en cm^3
 f frecuencia en ciclos por segundo
 B inducción en gaussios.
 n coeficiente histérico según el material

Valores n para algunos cuerpos:

Chapa de hierro recocida	0,001
Plancha de hierro delgada	0,003
Hierro fundido	0,16
Acero fundido recocido	0,008
Acero al silicio (3 – 4 % Si)	0,0008

24) Pérdidas de corriente de Foucault.

$$P = \sigma \left(\frac{f}{100} \times \frac{B}{10000} \right)^2 x G$$

P pérdidas en vatios

f frecuencia en ciclos x seg.

B inducción en gaussios.

G peso núcleo en Kg.

σ coeficiente que depende de la resistividad del material

25) Rendimiento de transformadores.

$$n = \frac{W_u}{W_u + W_c + W_h}$$

Wu potencia útil en el secundario en W.

Wc pérdidas en el cobre en vatios.

Wh pérdidas en el hierro en vatios.

CALCULO DE TRANSFORMADORES**DATOS****Ep=****Es=.****B =**

Ep	= Tensión del primario en voltios
Es	= Tensión del secundario en voltios
Sfe	= Sección del núcleo en cm^2
PA	= Potencia Aparente en Volta-amperios
Ip	= Corriente del primario en amperios
Is	= Corriente del secundario en amperios
Scup	= Sección del conductor de cobre primario en mm^2
Scus	= Sección del conductor de cobre secundario en mm^2
Nsp	= Número de espiras del primario
Nss	= Número de espiras del secundario

B = Inducción magnética en gauss. Define este valor la calidad de la chapa empleada. Los valores que puede asumir son los siguientes:

- 12000 g para transformadores pequeños (Ejem. 5 cm^2)**
- 10000 g para soldadores por arco**
- 7500 g para cargadores de baterías**

1. Sección del fierro

$$Sfe = axb$$

2. Potencia aparente

$$PA = 0,75x(Sfe)^2$$

3. Corriente de primario

$$Ip = \frac{PA}{Ep}$$

4. Corriente de secundario

$$Is = \frac{PA}{Es}$$

5. Sección del cobre primario

$$Scup = \frac{Ip}{4}$$

6. Sección del cobre secundario.

$$Scus = \frac{Is}{4}$$

7. Número de espiras del primario

$$Nsp = \frac{EP}{4,44x50xBxSfex10^{-8}}$$

8. Número de espiras del secundario.

$$Nss = \frac{EsxNsp}{Ep}$$

TABLA DE CONDUCTORES DE COBRE

Nº	Diámet.	Sección	Resis.	Peso	Carga en Amp		I.
AWG	m.m.	mm. ²	Ω/Km	Kg/Km.	Desn.	Aisla.	Fusión
4/0	11.6800	107.190	0.160	953.200	300.00	270.00	3220.00
3/0	10.4000	84.950	0.203	755.900	240.00	210.00	2685.00
2/0	9.2260	67.430	0.256	599.500	200.00	180.00	2660.00
0	8.2510	53.510	0.322	475.400	180.00	150.00	1905.00
1	7.3480	42.470	0.407	377.000	150.00	120.00	1595.00
2	6.5440	33.500	0.513	299.000	120.00	90.00	1340.00
3	5.8270	26.690	0.647	237.000	105.00	75.00	1128.00
4	5.1890	21.160	0.815	188.000	100.00	70.00	947.00
5	4.6210	16.750	1.028	149.000	85.00	55.00	800.00
6	4.1150	13.330	1.296	118.000	70.00	50.00	671.00
7	3.6650	10.550	1.634	93.780	65.00	45.00	565.00
8	3.2640	8.360	2.061	74.370	53.00	35.00	475.00
9	2.9060	6.630	2.599	58.960	35.00	28.00	396.00
10	2.5880	5.270	3.277	46.770	30.00	25.00	334.00
11	2.3050	4.160	4.132	37.090	25.00	20.00	285.00
12	2.0530	3.300	5.211	29.420	22.00	18.00	235.00
13	1.8280	2.680	6.571	23.330	19.00	16.00	220.00
14	1.6280	2.090	8.285	18.500	15.00	13.00	166.00
15	1.4500	1.650	10.450	14.670	12.00	10.00	140.00
16	1.2910	1.307	13.170	11.630	10.00	8.00	117.00
17	1.1500	1.039	16.610	9.226	8.00	4.00	100.00

18	1.0240	0.823	20.950	7.317	6.00	3.00	83.00
19	0.9116	0.657	26.420	5.803	4.00	2.00	67.00
20	0.8118	0.518	33.310	4.602	3.60	1.80	58.00
21	0.7230	0.407	42.000	3.649	3.20	1.50	49.00
22	0.6438	0.325	52.960	2.849	2.80	1.20	41.00
23	0.5733	0.258	66.790	2.295	2.40	1.00	34.50
24	0.5106	0.204	84.210	1.820	2.00	0.80	29.00
25	0.4547	0.162	106.200	1.443	1.70	0.60	24.50
26	0.4049	0.128	133.900	1.145	1.50	0.55	20.00
27	0.3606	0.102	168.900	0.908	1.20	0.45	17.70
28	0.3211	0.081	212.900	0.720	1.10	0.40	14.70
29	0.2859	0.064	268.500	0.571	0.90	0.30	12.50
30	0.2545	0.051	338.600	0.453	0.80	0.25	10.20
31	0.2268	0.040	426.900	0.359	0.65	0.20	8.70
32	0.2019	0.032	538.300	0.285	0.55	0.15	7.30
33	0.1798	0.025	678.800	0.226	0.46	0.12	6.20
34	0.1601	0.020	856.000	0.179	0.40	0.11	5.10
35	0.1426	0.016	1079.40	0.142	0.32	0.09	4.40
36	0.1270	0.013	1361.00	0.143	0.28	0.07	3.60
37	0.1131	0.010	1716.90	0.089	0.24	0.06	3.10
38	0.1007	0.008	2164.10	0.071	0.18	0.04	2.60
39	0.0897	0.006	2728.90	0.056	0.15	0.03	2.10
40	0.0799	0.005	3432.00	0.045	0.13	0.02	1.70

TABLA DE CONDUCTORES DE ALUMINIO

N°	DIAMETRO	CARGA	PESO	RESIS.	EQUI
AWG	m.m.	Amp.	Kg./Km.	Ω /Km.	Cu.
0000	11.683	200.0	289.700	0.2636	00
000	10.338	160.0	229.800	0.3313	0
00	9.266	150.0	182.300	0.4190	1
0	8.256	120.0	144.600	0.5282	2
1	7.348	105.0	114.600	0.6667	3
2	6.543	100.0	90.850	0.8406	4
4	5.189	70.0	57.150	1.3360	6
6	4.115	53.0	35.930	2.1260	8
8	3.264	30.0	23.610	3.3790	10
10	2.588	22.0	14.210	5.3740	12
12	2.052	15.0	8.941	8.5430	14
14	1.628	10.0	5.627	13.5700	16
16	1.290	6.0	3.533	21.6200	18
18	1.024	3.6	2.217	34.4500	20
20	0.812	2.8	1.397	54.6900	22
22	0.643	2.0	0.876	87.1700	24
24	0.511	1.5	0.553	138.0600	26
26	0.404	1.1	0.346	220.4700	28
28	0.320	0.8	0.218	350.7200	30
30	0.254		0.137	557.7400	32

TABLA DE CONDUCTORES DE COBRE MCM

Nº	SECCION	PESO	RESISTENCIA
MCM	mm ²	K/Km	Ohms/Km
250	126.0	1149	0.144
300	152.2	1379	0.120
350	177.6	1609	0.103
400	202.6	1838	0.089
450	228.0	2032	0.079
500	253.1	2298	0.071
600	303.7	2757	0.059
750	379.3	3448	0.047
1000	505.8	4595	0.035

CALCULO PRÁCTICO DE FUSIBLES

26) CORRIENTE

27) DIÁMETRO

$$I := a \cdot \sqrt{d^3}$$

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

METAL	a	b
Cobre	80,0	0.0538
Estaño	12.8	0.1827
Hierro	24.6	0.1182
Plomo	10.8	0.2646
Plomo - Estaño	10.3	0.2112
Plata	60,0	0.0652
Platino	40.4	0.0849

a y b = Coeficientes I = Intensidad de corriente en amp.

d = Diámetro en mm.

MÁQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA

28) Frecuencia de un alternador.

$$f = \frac{n \times p}{60}$$

f frecuencia en periodos por segundo
p número de pares de polos
n número de r.p.m.

29) Tensión que produce un alternador.

$$E = \frac{4x\phi xf x \omega}{10^8} x \epsilon x 1,11$$

E tensión eficaz en voltios
 ϕ Flujo útil en maxwellios
f frecuencia en periodos por segundo
 ω número total de espiras de la máquina
 ϵ coeficiente de arrollamiento (para las corrientes bifásicas vale 0,91 y para las trifásicas 0,96)

30) Velocidad de un motor síncrono.

$$n = \frac{60 \times f}{p}$$

n número de r.p.m.
f frecuencia en periodos por segundo
p número de pares de polos

LINEAS DE BAJA TENSIÓN DE CORRIENTE ALTERNA

31) Línea monofásica abierta.

$$s = \frac{2 \times \rho}{\delta} + \sum (i \times \cos \varphi \times l)$$

s sección en mm²
i intensidad en amperios
l distancia en metros
 δ caída admisible de tensión en voltios
(Ejm. 1,5% de la nominal)
 ρ 1/56 para el cobre

32) Línea trifásica abierta.

$$s = \frac{2x\rho}{\delta} + \sqrt{3 \sum (i \times \varphi \times l)}$$

s sección en mm² de las fases
i intensidad en amperios
l distancia en metros
 δ caída admisible de tensión en voltios
(Ejm. 1,5% de la nominal)
 ρ 1/56 para el cobre

Para el neutro se toma s/2 o s/3

**LINEAS DE ALTA TENSION DE CORRIENTE
ALTERNA**

33) Pérdida de tensión por kilómetro de línea trifásica.

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

e pérdida de tensión en voltios
I intensidad de la línea en amperios
 φ desfase entre la tensión y la intensidad
 ω pulsación $2\pi \times f$
L autoinducción kilométrica en henrios x Km

$$L = (0,05 + 0,46 \times \log \frac{2 \times a}{d}) \times 10^{-3}$$

L en henrios por km
a separación entre conductores
d diámetro del conductor en mm

34) Pérdida de potencia en una línea trifásica

$$P = 3 \times I^2 \times R \times l$$

P pérdida en vatios
R resistencia kilométrica en ohmios
I intensidad en la línea en amperios
l longitud de la línea en km.

LUMINOTECNIA

Niveles de iluminación según NB777

Viviendas

Baño

Iluminación general 25 lux
Iluminación localizada sobre espejos 100 lux

Dormitorios

Iluminación general 50 lux
Iluminación localizada cama, espejo 100 lux

Cocina 100 lux

Estar

Iluminación general 50 lux

Iluminación localizada 100 lux

Lectura intermitente 150 lux

INSTALACIONES ELECTRICAS

Potencia instalada de iluminación.

DENSIDAD DE CARGA PARA ILUMINACIÓN (EN W/M²)

NIVEL DE CONSUMO	ILUMINACIÓN INCANDESCENTE	ILUMINACIÓN FLUORESCENTE
Mínimo	10	6
Medio	15	6
Elevado	20	8

Potencia instalada en tomacorrientes.

- Local menor a 10 m² 1 toma
- Una toma por cada 10 m²
- Una toma por cada 5 m de perímetro
- En baños 1 toma
- Cada toma se atribuye 200 W. para efectos de cálculo.

Potencia instalada en fuerza.

- Todos los equipos o aparatos con potencias mayores a los 2000 W se consideran de fuerza.

Demandas máximas.**PARA TOMACORRIENTES E ILUMINACIÓN**

POTENCIA INSTALADA	FACTOR DE DEMANDA
Los primeros 3000 W	100 %
De 3001 a 8000 W	35 %
De 8001 o mas	25%

PARA FUERZA

Nº DE EQUIPOS	FACTOR DE DEMANDA
2 o menos	100 %
3 a 5	75 %
6 o mas	50 %

ELECTRÓNICA

CODIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS

COLOR	Bda 1	Bda 2	Bda 3	Multiplic	Tolera
Plata				X0.01	10%
Oro				X0.1	5%
Negro	0	0	0	X1	
Marrón	1	1	1	X10	1%
rojo	2	2	2	X100	
Naranja	3	3	3	X1000	
Amarillo	4	4	4	X10000	
Verde	5	5	5	X100000	0,5%
Azul	6	6	6	X1000000	
Violeta	7	7	7		
Gris	8	8	8		
Blanco	9	9	9		
Ninguno	-	-	-		20%

Banda 2
Banda 1
Multiplicador
Tolerancia



Banda 3
Banda 2
Banda 1
Multiplicador
Tolerancia



CONDENSADORES FIJOS EQUIVALENCIAS

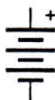
COD	EQUIVALENCIA		
101	100 pf	0.1 nf	0.0001 μ f
151	150 pf	0.15 nf	0.00015 μ f
221	220 pf	0.22 nf	0.00022 μ f
331	330 pf	0.33 nf	0.00033 μ f
471	470 pf	0.47 nf	0.00047 μ f
561	560 pf	0.56 nf	0.00056 μ f
681	680 pf	0.68 nf	0.00068 μ f
821	820 pf	0.82 nf	0.00082 μ f
102	1000 pf	1 nf	0.001 μ f
152	1500 pf	1.5 nf	0.0015 μ f
222	2200 pf	2.2 nf	0.0022 μ f
332	3300 pf	3.3 nf	0.0033 μ f
472	4700 pf	4.7 nf	0.0047 μ f
562	5600 pf	5.6 nf	0.0056 μ f
682	6800 pf	6.8 nf	0.0068 μ f
822	8200 pf	8.2 nf	0.0082 μ f
103	10000 pf	10 nf	0.01 μ f
153	15000 pf	15 nf	0.015 μ f
223	22000 pf	22 pf	0.022 μ f
333	33000 pf	33 nf	0.033 μ f
473	47000 pf	47 nf	0.047 μ f
563	56000 pf	56 nf	0.056 μ f
683	68000 pf	68 nf	0.068 μ f
823	82000 pf	82 nf	0.082 μ f
104	100000 pf	100 nf	0.1 μ f
154	150000 pf	150 nf	0.15 μ f
224	220000 pf	220 nf	0.22 μ f
334	330000 pf	330 nf	0.33 μ f
474	470000 pf	470 nf	0.47 μ f
564	560000 pf	560 nf	0.56 μ f
684	680000 pf	680 nf	0.68 μ f
824	820000 pf	820 nf	0.82 μ f
105	1000000 pf	1000 nf	1 μ f
225	2200000 pf	2200 nf	2.2 μ f

SIMBOLOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS

	Resistencia, tiene dos terminales sin polaridad.
	Capacitor Cerámico o No Polarizado. Tiene dos terminales y sin polaridad.
	Capacitor Electrolítico o de Tantalio. Tiene dos terminales y polaridad. El terminal que abarca es el negativo, mientras que el pequeño central es el positivo.
	Parlante. Tiene dos contactos, con polaridad. El positivo suele estar marcado en colorado o con un signo (+) mientras que el negativo va en negro o con un signo (-)
	Diodo LED. Tiene dos contactos normalmente. Tiene polaridad aunque como todo diodo se lo denomina ánodo y cátodo. El cátodo debe ir al positivo y el ánodo al negativo para que el LED se ilumine.
	Interruptor. Tiene solo dos terminales sin polaridad.
	Capacitor variable. Tiene dos terminales con un tornillo para ajustar su capacidad. No tiene polaridad.



Resistencia Variable, potenciómetro o Trimpot. Tiene tres terminales, dos de los cuales son los extremos de la resistencia y el central es el cursor que se desplaza por la misma. En los potenciómetros suelen estar en ese orden, mientras que en los trimpot varía según su tipo.



Batería. Tiene dos terminales. El positivo se lo indica con un signo (+) el que queda sin indicar es el negativo. Aunque a simple vista la placa mas grande es el positivo y la pequeña el negativo.



Triac. Tiene tres terminales. Dos son por donde la corriente pasa (AC). Estas no tienen polaridad. La restante es la de control. Su posición y encapsulado varía según el dispositivo.



Tiristor. Suele denominarse diodo controlado. Sus terminales son ánodo, cátodo y compuerta. Sus cápsula y patillaje cambia según el componente.



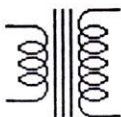
Diodo. Tiene dos terminales, con polaridad. Uno es el ánodo y suele estar representado en el encapsulado por un anillo. El otro es el cátodo.



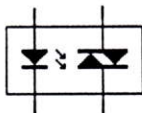
Diodo Zenner. Idem anterior.



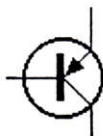
Diodo Varicap. Idem anterior.



Transformador. La cantidad de terminales varía según cuantos bobinados y tomas tenga. Como mínimo son tres para los autotransformadores y cuatro en adelante para los transformadores. No tienen polaridad aunque si orientación magnética de los bobinados.



Opto-Triac. Tiene cuatro terminales útiles, aunque suele venir en encapsulados DIL de seis pines. Dos terminales son para el LED que actual como control. Estos terminales son ánodo y cátodo. Otros dos terminales son del Triac, que como todo dispositivo de ese tipo no tiene polaridad.



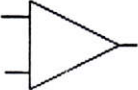
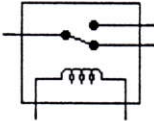
Transistor Bipolar PNP. Tiene tres terminales. Uno es la base, que aparece a la izquierda, solo. Otro es el emisor, que aparece a la derecha, arriba, con una flecha hacia el centro. El último es el colector, que aparece a la derecha, abajo.



Transistor Bipolar NPN. La base esta sola del lado izquierdo. El emisor esta del lado derecho hacia abajo con una flecha, pero en este caso hacia afuera. El colector esta en el lado derecho superior.

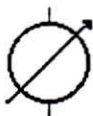


Transistor IGBT PNP. El emisor es el de la flecha, el colector el otro del mismo lado que el emisor mientras que la base esta sola del lado izquierdo.

	Transistor IGBT NPN. Sigue los mismos lineamientos anteriores.
	Cristal de Cuarzo. Tiene dos terminales sin polaridad.
	Puesta a tierra y masa, respectivamente.
	Amplificador Operacional. Tiene básicamente tres terminales. Dos de entrada de las cuales una es inversora (señalada con un -) y otra es no inversora (señalada con un +). La tercera es salida. Adicionalmente tiene dos terminales de alimentación y puede tener otras conexiones para, por ejemplo, manejar ganancia.
	Bobina o inductor sobre aire. Tiene dos terminales que no tienen polaridad. Esta armada sobre el aire, sin nucleo. Puede tener devanados intermedios.
	Bobina o inductor sobre núcleo. Idem anterior solo que esta montada sobre una forma.
	Relé. Tiene como mínimo cuatro terminales. Dos de ellos son para controlar la bobina que mueve la llave. Los otros dos (o mas) son de la llave en si.



Lámpara de Neón. Tiene dos terminales sin polaridad.



Instrumento de medición. Tiene dos terminales. Si llegase a tener polaridad ésta es representada por signos + y -.



Piezzoreproductor o zumbador. Tiene dos terminales. No tiene polaridad.



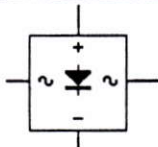
Conector. Suele esquematizar al conector RCA o al BNC. El terminal central suele ser señal y el envolvente suele ser masa.



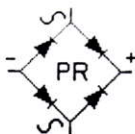
Antena. Dependiendo de su forma tiene uno o dos terminales. Cuando tiene solo uno es el polo. Que suele ser algo como un trozo de alambre o una varilla telescópica. Cuando tiene dos el segundo es el plano de masa.



Punto de conexión. Suele representar una toma de control, un pin determinado o una entrada. En su interior se rotula su función abreviada.



Puente rectificador. Generalmente compuesto por cuatro diodos en serie. Tiene cuatro conexiones.



Alternativa al puente rectificador. Idem Anterior.



Pulsador Normal Abierto en estado de reposo. Tiene dos terminales sin polaridad.



Pulsador Normal Cerrado en estado pulsado. Tiene dos terminales sin polaridad.



Pulsador Normal Cerrado en estado de reposo. Tiene dos terminales sin polaridad.



Punto de conexión. Suele representar una entrada o un punto de alimentación.



Punto de empalme. Se emplea para unir un cable a otro.



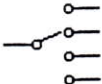
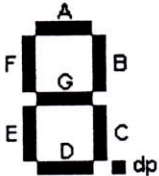
Compuerta Lógica. Con un círculo en la parte de salida es inversora, sin él es no inversora. Según el dispositivo vienen dos o mas en un mismo encapsulado. Ver hoja de datos para mas información.

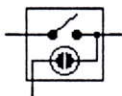


Resistencia sensible a la luz o LDR. Tiene dos terminales las cuales no son polarizadas.



Fusible. Tiene dos terminales y no tiene polaridad.

	Jack Mono con corte. Tiene tres terminales. Uno es el común, que conecta con la masa de la ficha. Otro es la entrada de señal y el tercero el corte, que conecta cuando no hay ficha insertada.
	Selector. Viene de tres o mas contactos dependiendo de la cantidad de posiciones que tenga. No tiene polaridad aunque si orden de contactos. Cada selector tiene su propio esquema de conexionado.
	Carga. Suele representar una lámpara resistiva, aunque nada dice que sea solo eso.. Tiene dos contactos sin polaridad. De ser una carga polarizada se indica con + y -.
	Display de 7 segmentos. Generalmente de LED's cada segmento esta representado por una letra. El punto decimal es considerado un segmento a parte. Tienen nueve o mas contactos, dependiendo del fabricante. No hay nada estándar en estos displays por lo que es necesario consultar la hoja de datos de cada dispositivo en particular.
	Motor. Tiene dos contactos a menos que se indique lo contrario en el circuito. Cuando son de alterna no tienen polaridad. Cuando son de continua la polaridad se señala con un + y un -



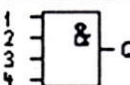
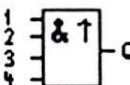
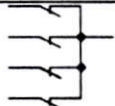
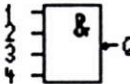
Interruptor con piloto de neón. Tiene tres conectores usualmente. Dos de ellos son de la llave y el tercero (que suele ser un delgado alambre) viene de la lámpara de neón para conectar al otro polo y así iluminarla.

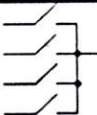
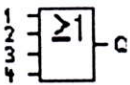
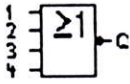
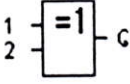
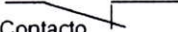
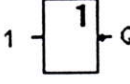


Opto Acoplador con transistor Darlington. Tiene generalmente cinco conexiones aunque la cápsula sea DIL de 6 pines. Dos son para el LED de control y tres para el transistor darlington.

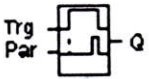
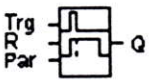
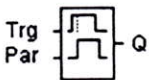
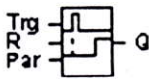
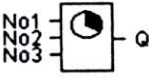
CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES

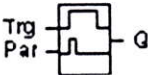
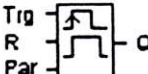
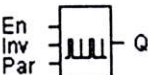
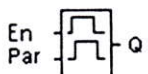
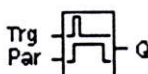
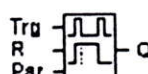
FUNCIONES GENERALES DE LOGO

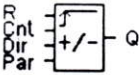
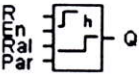
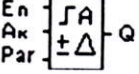
Representación en el circuito eléctrico	Representación en LOGO!	Designación de la función básica
 Conexión en serie contacto normalmente abierto		AND (AND)
		AND con evaluación de flanco
 Conexión en paralelo contacto normalmente cerrado		AND-NEGADA (NAND)
		NAND con evaluación de flanco

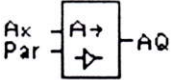
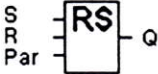
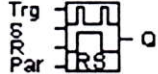
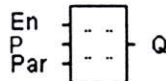
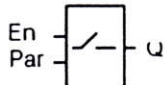
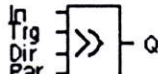
Representación en el circuito eléctrico	Representación en LOGO!	Designación de la función básica
 Conexión en paralelo contacto normalmente abierto		O (OR)
 Conexión en serie contacto normalmente cerrado		O-NEGADA (NOR)
 Alternador doble		O-EXCLUSIVA (XOR)
 Contacto norm. cerrado		INVERSOR (NOT)

FUNCIONES ESPECIALES DE LOGO

Representación en LOGO!	Designación de la función especial	Rem
Tiempos		
	Retardo a la conexión	Rem
	Retardo a la desconexión	Rem
	Retardo a la conexión/desconexión	Rem
	Retardo a la conexión con memoria	Rem
	Temponzador semanal	
	Temponzador anual	

Representación en LOGO!	Designación de la función especial	Rem
	Relé de barrido (salida de impulsos)	Rem
	Relé de barrido disparado por flanco	Rem
	Generador de impulsos asíncrono	Rem
	Generador aleatorio	
	Interruptor de alumbrado para escalera	Rem
	Interruptor confortable	Rem

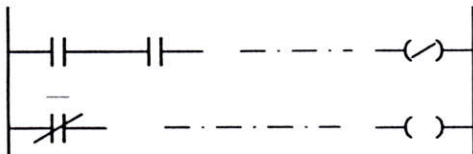
Contador		
	Contador avance retro-ceso	REM
	Contador de horas de funcionamiento	Rem
	Interruptor de valor umbral	
Interruptor		
	Conmutador analógico de valor umbral	
	Interruptor analógico de valor umbral diferencial	
	Comparador analógico	
	Vigilancia del valor analógico I	

	Amplificador analógico	
Otros		
	Relé autoenclavador	REM
	Relé de impulsos	REM
	Textos de aviso	
	Interruptor de software	REM
	Registro de desplazamiento ~~~~~	REM

ELEMENTOS BASICOS DEL LENGUAJE ESCALERA.(LADER)

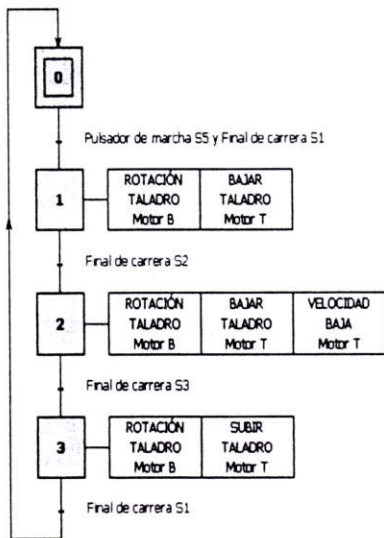
Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta a la hora de su utilización.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno lógico. Su activación equivale a decir que tiene un uno lógico. Suele representar elementos de salida, aunque a veces puede hacer el papel de variable interna.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y usada junto con la bina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina RESET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada.
	Bobina JUMP	Permite saltarse instrucciones del programa e ir directamente a la etiqueta que se desee. Sirve para realizar subprogramas.

El orden de ejecución es generalmente de arriba a bajo y de izquierda a derecha, primero los contactos y luego las bobinas, de manera que al llegar a éstas ya se conoce el valor de los contactos y se activan si procede.



ELEMENTOS DEL GRAFCET

GRAFICO Funcional de Control de Etapas y Transiciones



Etapa inicial

Etapa normal

Transición

Acción asociada

Receptividad asociada

Línea de enlace

NEUMÁTICA

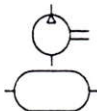
Símbolos para la unidad de alimentación de energía

Alimentación

- Compresores con volumen constante de desplazamiento

- Acumuladores, depósitos de aire

- Fuente de presión



Mantenimiento

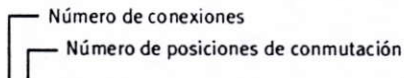
- Filtro

- Separadores de agua con accionamiento manual

- Separadores de agua, automáticos



Símbolos de válvulas



Válvula de 2/2 vías abierta en reposo



Válvula de 3/2 vías cerrada en reposo



Válvula de 3/2 vías abierta en reposo



Válvula de 4/2 vías

Paso de caudal de 1 → 2 y de 4 → 3

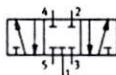


Válvula de 5/2 vías

Paso de caudal de 1 → 2 y de 4 → 5

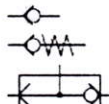


Válvula de 5/3 vías centro cerrado

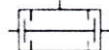


Válvulas de cierre

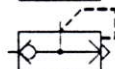
- Válvula antirretorno
- Válvula antirretorno, bajo presión de resorte
- Válvula selectora (función O)



- Válvula de simultaneidad (función Y)



- Válvula de escape rápido



- Válvula de estrangulación de retención



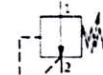
Válvula reguladora de caudal

- Válvula de estrangulación, regulable

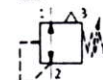


Válvulas de presión

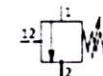
- Válvula reguladora de presión, ajustable, sin orificio de escape



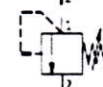
- Válvula reguladora de presión, ajustable, con orificio de escape



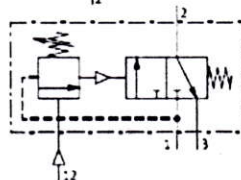
- Válvula de mando de presión con alimentación externa



- Válvula limitadora de presión



- Combinación de válvula de mando de presión



Accionamiento por
fuerza muscular

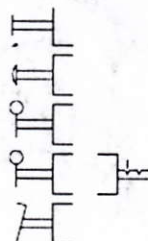
en general

por botón pulsador

por palanca

mediante palanca enclavable

por pedal

Accionamiento
mecánico

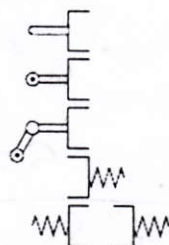
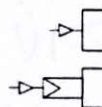
por taqué

por rodillo

por rodillo, funcionando
en un sólo sentido

por resorte

centrado elásticamente

Accionamiento por
aire comprimidoaccionamiento directo, por
aplicación de presiónaccionamiento indirecto, por
aplicación de presión,
servopilotadoAccionamiento
electromagnético

por medio de electroimán

por medio de dos electroimanes

Accionamiento
combinadoválvula con mando previo,
accionada electromagnéticamente
por dos lados, accionamiento
manual auxiliar