



Universidad
Nacional
de Córdoba



Secretaría
de Extensión
Universitaria



Escuela
de Oficios
UNC

AUXILIAR INDUSTRIAL Y MANTENIMIENTO

Módulo nº 6

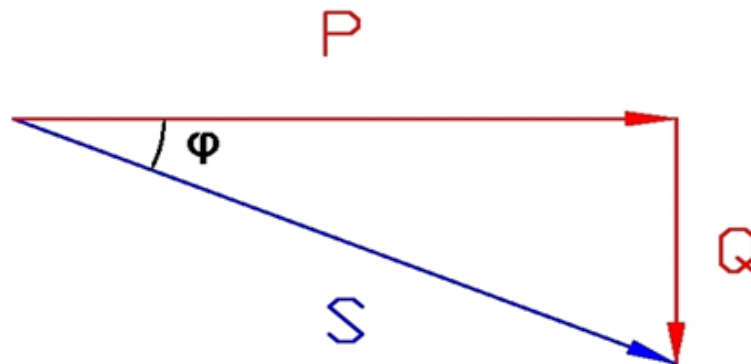
FACTOR DE POTENCIA





POTENCIAS

- Potencia aparente S
 $S = V \cdot I = (VA), (KVA)$
- Potencia activa P: es la utilizada en la carga
 $P = V \cdot I \cdot \cos \Phi = (W), (KW)$
- Potencia reactiva Q: es no utilizada por la carga, se llama entretenida y es devuelta a la fuente
 $Q = V \cdot I \cdot \sin \Phi = (VAR), (KVAR)$





ENERGIA

- La energía es la relación entre la potencia y el tiempo:
- Potencia Activa \times Tiempo = Wh, KWh
- Potencia Reactiva \times Tiempo = VARh, KVARH
- Ej.: factura de energía de la compañía

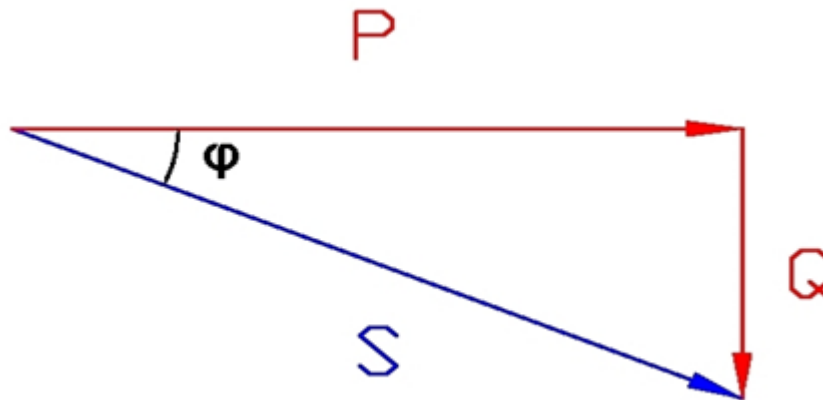




DIAGRAMA DE POTENCIA

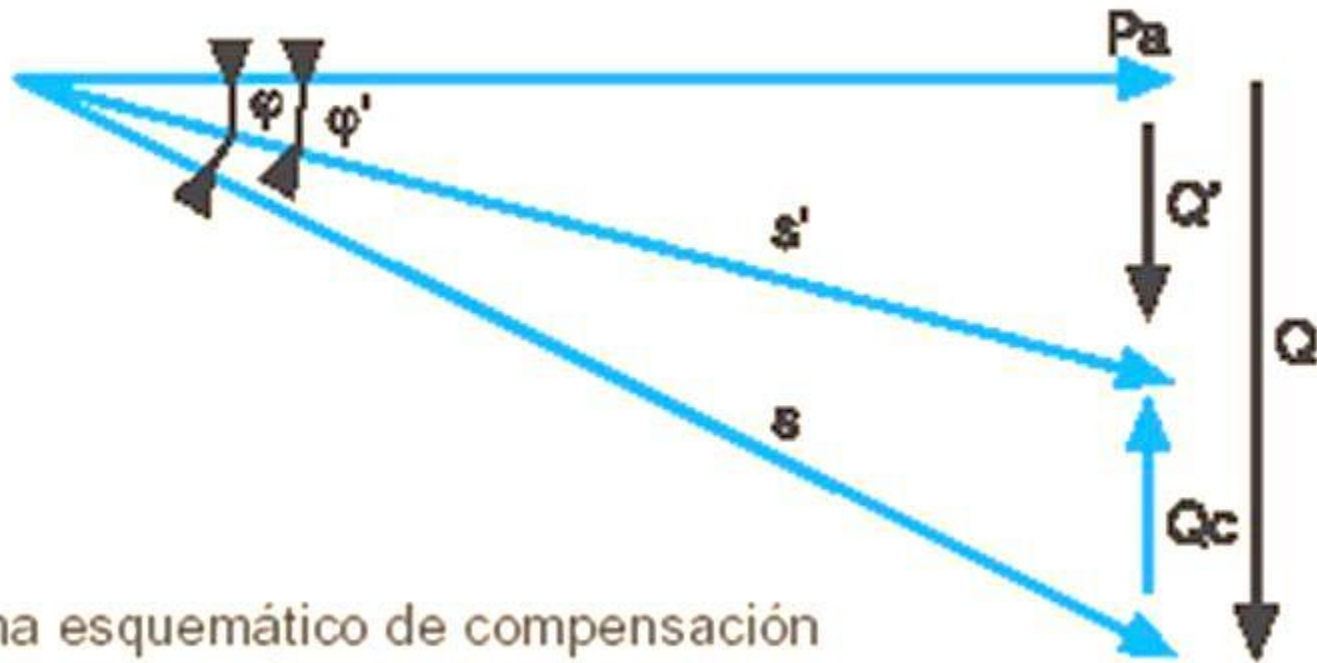


Diagrama esquemático de compensación

$$Q_c = P_a (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi')$$



FACTOR DE POTENCIA

- Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente

$$FP = P / S$$

- Es un numero adimensional, cuyo valor oscila entre 0 y 1



FACTOR DE POTENCIA

- En cargas lineales, se define como el coseno del ángulo (Φ) que es una medida del retraso o adelanto de la corriente con respecto a la tensión

$$FP = \cos \Phi$$

- Particularmente para cargas resistivas puras (lámparas incandescentes, calefactores, etc), el ángulo $\Phi=0$ y $FP=1$



FACTOR DE POTENCIA

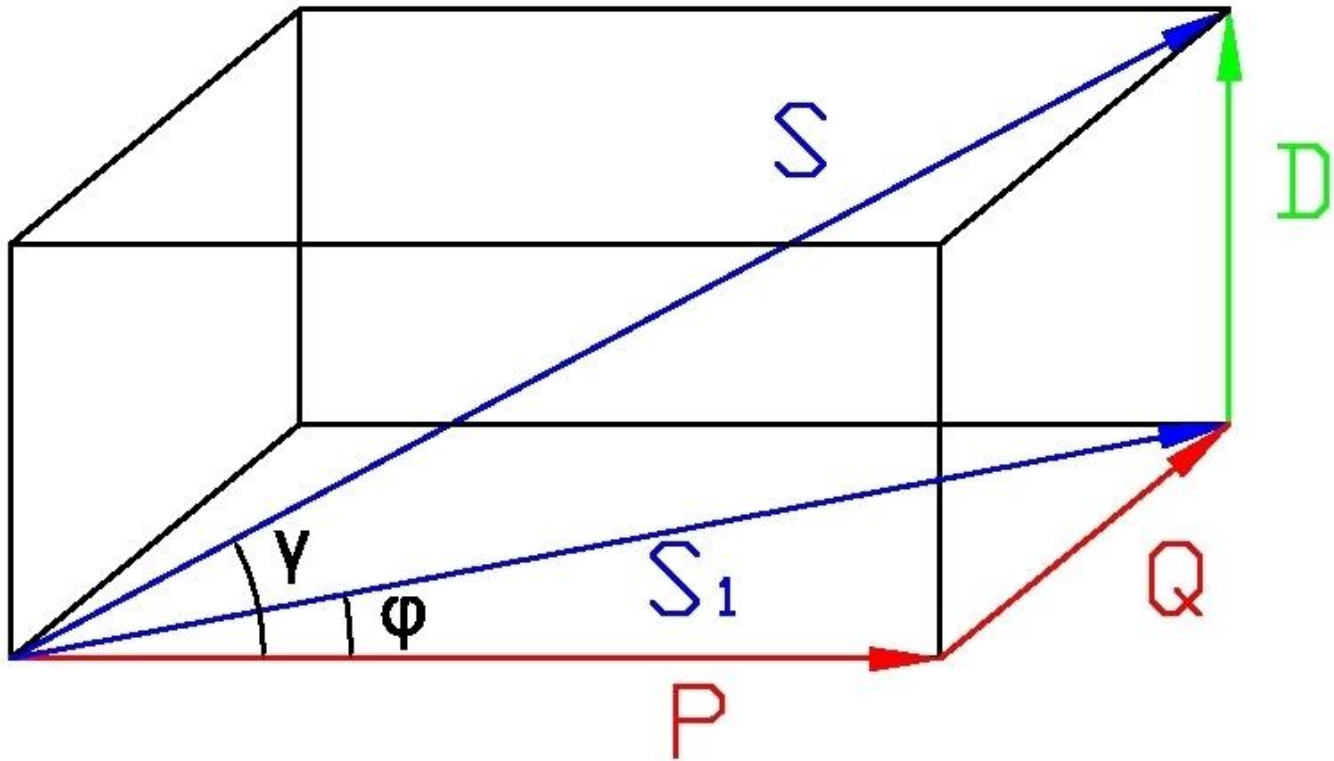
- Para cargas alineales, el factor de potencia resulta proporcional a la relación entre el tiempo en el cual hay corriente (T_{on}), y la duración del semiciclo de la tensión

$$FP = T_{on} / T$$

- $FP = DP \cdot \cos \Phi$

donde DP es el factor desplazamiento.

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}}$$





FACTOR DE POTENCIA

- Si la carga es lineal, el $DP=1$, por lo tanto coincide con el $\cos \Phi$ tradicional
- Para las cargas eléctricas tradicionales (lineales), se estima un factor de potencia de 0.8
- En cargas electrónicas donde las fuentes son conmutadas el FP es menor, 0.7



FACTOR DE POTENCIA

- Un factor de potencia bajo implica potencia aparente mayor para realizar un determinado trabajo
- Los conductores, fusibles, llaves térmicas y UPS deben dimensionarse para la potencia aparente de la carga (VA)
- No se deben sobrecargar los mismos



THD de Tensión y Corriente

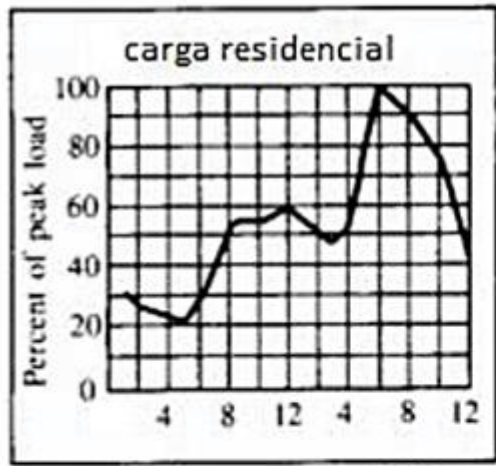
$$\text{THD \%} = \sqrt{\frac{E_2^2 + E_3^2 + \dots}{E_1^2}} \times 100$$

$$\text{THD \%} = \sqrt{\frac{I_2^2 + I_3^2 + \dots}{I_1^2}} \times 100$$

FACTOR DE UTILIZACIÓN Y SIMULTANEIDAD

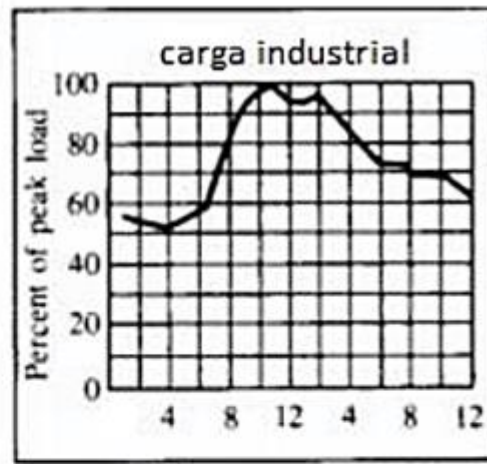
- El régimen de trabajo normal de las cargas de un usuario puede ser tal que su potencia utilizada sea menor que su potencia nominal, cuya relación da noción al Fu. El FU se aplica a cada carga. En una industria se estima un FU medio de 0.75 para motores y de 1.0 para iluminación y calefacción durante el ciclo de trabajo, diario, semanal, estacional, etc.
- El factor de simultaneidad se aplica a un conjunto de cargas alimentadas de un mismo tablero. Se debe conocer el régimen de trabajo de cada uno para tener una idea del FS.
- Factor de demanda es suma de demandas máximas individuales / demanda máxima de todo el sistema

ANALISIS DE CASOS



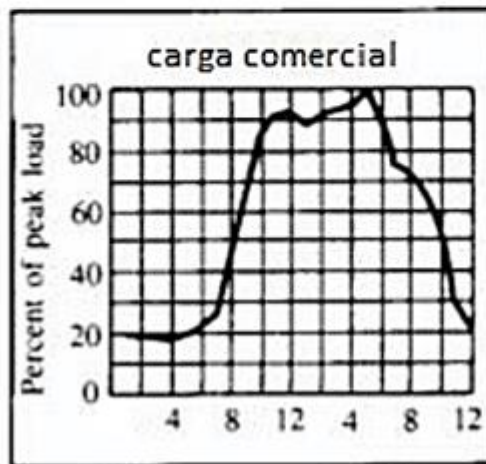
A.M.

P.M.



A.M.

P.M.



A.M.

P.M.



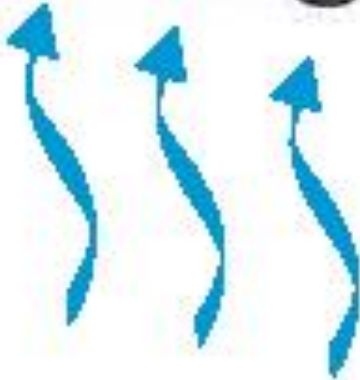
CORRECCION DE FACTOR DE POTENCIA

- Reglamentado: 0.95 coseno de Phi
- De 20 KW contratado o mas, es obligatorio corregir el coseno , multa en factura (ajuste)
- Base fija hasta 20 KW
- Sistema automático a partir de los 30 KW
- Recomendado: compensar en KVAR hasta 50% de la potencia instalada (o demanda contratada en factura de energía de Epec) en KW

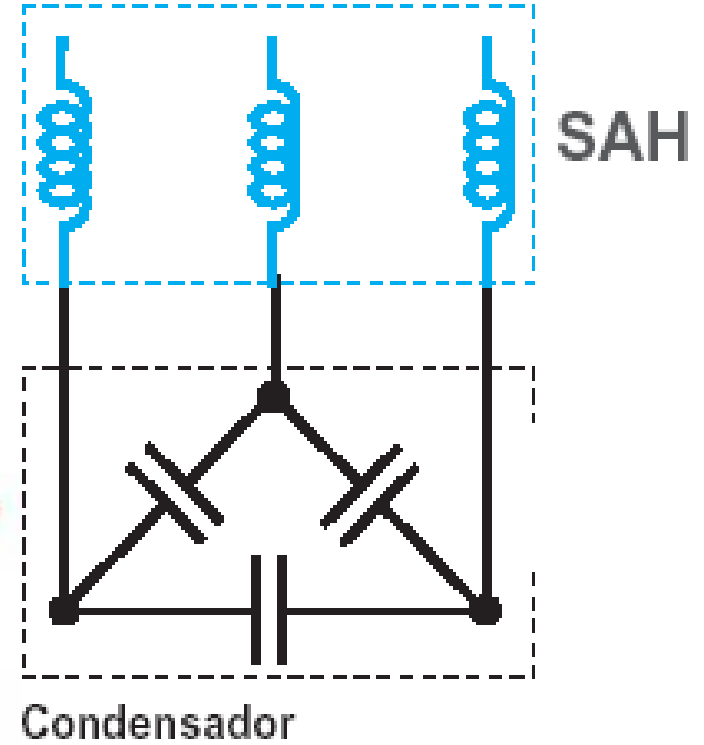


CAPACITORES

Correcta instalación
en tableros



WASVAR



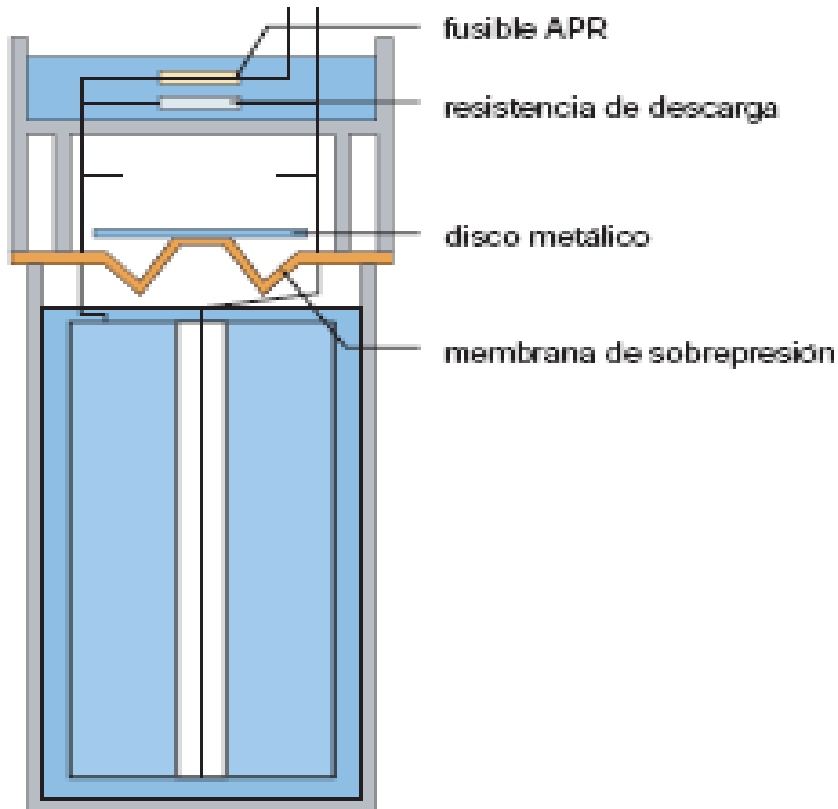


CAPACITORES

- Su instalación puede ser con ventilación natural o forzada
- Lleva contactor con resistor de preinserción
- Lleva protección termomagnética
- Dependiendo de la potencia instalada llevará relé varimétrico para su funcionamiento automático
- Dependiendo de la alinealidad de la carga puede requerir filtros antiarmónicos
- Lleva un resistor en paralelo de descarga, por norma hay que esperar 1 minuto para su descarga



CAPACITOR





CORRECCION COSENO

Características de la Red

El voltaje de la red y su frecuencia son los factores básicos para dimensionar los condensadores BT. La potencia reactiva Q varía de acuerdo al cuadrado del voltaje y la frecuencia, según la ecuación presentada.

$$Q = U^2 \times C \times \omega$$

donde:
Q = poder reactivo
U = voltaje de red
C = capacidad
 $\omega = 2 \pi f$
f = frecuencia de la red

Calculando la potencia reactiva a instalar

Puede calcularse

- Mediante las lecturas emitidas en las facturas de la compañía eléctrica.
- A partir del factor de potencia existente, el deseado y la potencia instalada Pa. (utilizar tabla siguiente).

Ej.: cálculo del banco de condensadores necesario en una instalación de Pa= 500 Kw para llevar el cos φ de 0,75 a cos φ= 0,95.

Coefficiente C (de tabla)= 0,553.
Qc= Pa x C= 500 x 0,553= 277 kVAr.

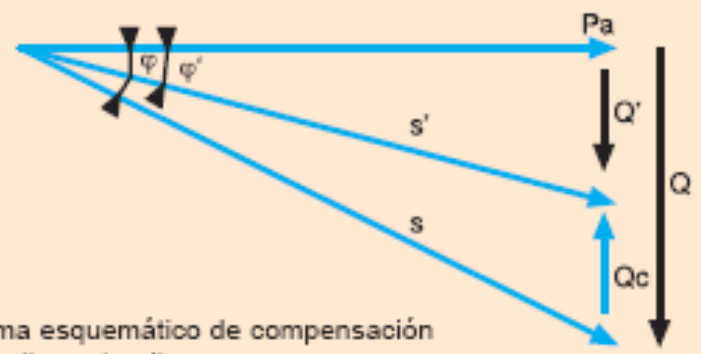




TABLA PARA CALCULO

Antes de compensación		Coeficiente "C" (tg φ - tg φ') a multiplicar por la potencia instalada Pa para alcanzar el factor de potencia cos φ deseado													
tg φ	cos φ	tg φ'	0.76	0.69	0.48	0.48	0.43	0.40	0.38	0.33	0.29	0.26	0.20	0.14	0.08
tg φ	cos φ	cos φ'	0.80	0.88	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.88	1
1.33	0.60		0.584	0.733	0.849	0.878	0.905	0.939	0.971	1.005	1.043	1.083	1.131	1.192	1.334
1.30	0.61		0.549	0.699	0.815	0.843	0.870	0.904	0.936	0.970	1.008	1.048	1.096	1.157	1.299
1.27	0.62		0.515	0.665	0.781	0.809	0.836	0.870	0.902	0.936	0.974	1.014	1.062	1.123	1.265
1.23	0.63		0.483	0.633	0.749	0.777	0.804	0.838	0.870	0.904	0.942	0.982	1.030	1.091	1.233
1.20	0.64		0.450	0.601	0.716	0.744	0.771	0.805	0.837	0.871	0.909	0.949	0.997	1.058	1.200
1.17	0.65		0.419	0.569	0.685	0.713	0.740	0.774	0.806	0.840	0.878	0.918	0.966	1.007	1.169
1.14	0.66		0.388	0.538	0.654	0.682	0.709	0.743	0.775	0.809	0.847	0.887	0.935	0.996	1.138
1.11	0.67		0.358	0.508	0.624	0.652	0.679	0.713	0.745	0.779	0.817	0.857	0.905	0.966	1.108
1.08	0.68		0.329	0.478	0.595	0.623	0.650	0.684	0.716	0.750	0.788	0.828	0.876	0.937	1.079
1.05	0.69		0.299	0.449	0.565	0.593	0.620	0.654	0.686	0.720	0.758	0.798	0.840	0.907	1.049
1.02	0.70		0.270	0.420	0.536	0.563	0.563	0.597	0.629	0.663	0.701	0.741	0.783	0.850	0.992
0.96	0.72		0.213	0.364	0.479	0.507	0.534	0.568	0.600	0.634	0.672	0.712	0.754	0.821	0.963
0.94	0.73		0.186	0.336	0.452	0.480	0.507	0.541	0.573	0.607	0.645	0.685	0.727	0.794	0.936
0.91	0.74		0.159	0.309	0.425	0.453	0.480	0.514	0.546	0.580	0.618	0.658	0.700	0.767	0.909
0.88	0.75		0.132	0.282	0.398	0.426	0.453	0.487	0.519	0.553	0.591	0.631	0.673	0.740	0.882
0.86	0.76		0.105	0.255	0.371	0.399	0.426	0.460	0.492	0.526	0.564	0.604	0.652	0.713	0.855
0.83	0.77		0.079	0.229	0.345	0.373	0.400	0.434	0.466	0.500	0.538	0.578	0.620	0.687	0.829
0.80	0.78		0.053	0.202	0.319	0.347	0.374	0.408	0.440	0.474	0.512	0.552	0.594	0.661	0.803
0.78	0.79		0.026	0.176	0.292	0.320	0.347	0.381	0.413	0.447	0.485	0.525	0.567	0.634	0.776
0.75	0.80			0.150	0.266	0.294	0.321	0.355	0.387	0.421	0.459	0.499	0.541	0.608	0.750
0.72	0.81			0.124	0.240	0.268	0.295	0.329	0.361	0.395	0.433	0.473	0.515	0.582	0.724
0.70	0.82			0.098	0.214	0.242	0.269	0.303	0.335	0.369	0.407	0.447	0.489	0.556	0.698
0.67	0.83			0.072	0.188	0.216	0.243	0.277	0.309	0.343	0.381	0.421	0.463	0.530	0.672
0.65	0.84			0.046	0.162	0.190	0.217	0.251	0.283	0.317	0.355	0.395	0.437	0.504	0.645
0.62	0.85			0.020	0.136	0.164	0.191	0.225	0.257	0.291	0.329	0.369	0.417	0.478	0.620
0.59	0.86				0.109	0.140	0.167	0.198	0.230	0.264	0.301	0.343	0.390	0.450	0.593
0.57	0.87				0.083	0.114	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.317	0.364	0.424	0.567
0.54	0.88				0.054	0.085	0.112	0.143	0.175	0.209	0.246	0.288	0.335	0.395	0.538
0.51	0.89				0.028	0.059	0.086	0.117	0.149	0.183	0.230	0.262	0.309	0.369	0.512
0.48	0.90					0.031	0.058	0.089	0.121	0.155	0.192	0.234	0.281	0.341	0.484

Trifásicos 400/415V



Certificación IRAM según normas :
 IEC 60831- 1
 IEC 60831- 2
 Tensión nominal 400/415V
 Servicio interior

Tabla Comercial de Capacitores



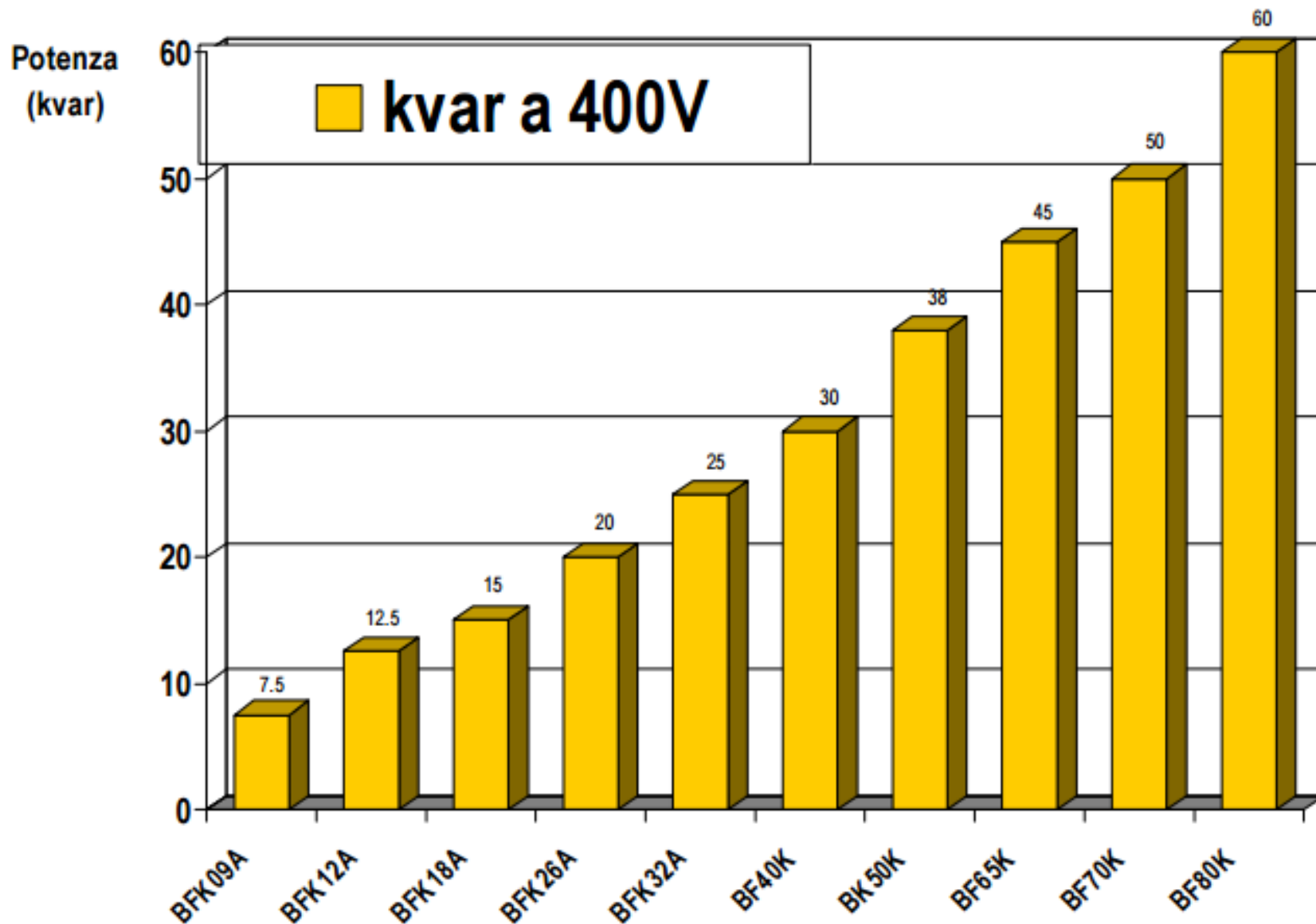
5/30kvar

40/60kvar

Potencia	Dimensiones (d x h)
0,5 kvar x 3 x 400/415V	53 x 114 mm (1)
0,75 kvar x 3 x 400/415V	53 x 114 mm (1)
1 kvar x 3 x 400/415V	53 x 114 mm (1)
2 kvar x 3 x 400/415V	63,5 x 129 mm (1)
2,5 kvar x 3 x 400/415V	63,5 x 129 mm (1)
5 kvar x 3 x 400/415V	63,5 x 129 mm (1)
7,5 kvar x 3 x 400/415V	79,5 x 198 mm (2)
10 kvar x 3 x 400/415V	79,5 x 198 mm (2)
12,5 kvar x 3 x 400/415V	89,5 x 273 mm (2)
15 kvar x 3 x 400/415V	89,5 x 273 mm (2)

Potencia	Dimensiones
5 kvar x 3 x 400/415V	79 x 245 x 291 mm
10 kvar x 3 x 400/415V	79 x 245 x 291 mm
12,5 kvar x 3 x 400/415V	79 x 245 x 291 mm
15 kvar x 3 x 400/415V	79 x 245 x 291 mm
20 kvar x 3 x 400/415V	148 x 245 x 291 mm
25 kvar x 3 x 400/415V	148 x 245 x 291 mm
30 kvar x 3 x 400/415V	148 x 245 x 291 mm
40 kvar x 3 x 400/415V	148 x 218 x 570 mm
50 kvar x 3 x 400/415V	148 x 218 x 570 mm
60 kvar x 3 x 400/415V	148 x 218 x 570 mm

La tabla siguiente muestra la relación entre la corriente (especificada en AC3) que maneja el contactor y la potencia en Kvar que puede controlar.



Selección del contactor

Contactor para condensador	Pérdidas bobina	Pérdidas por polo	Potencia Total
20 kvar 400 V	4,5 W	7,0 W	25,5 W
30 kvar 400 V	4,5 W	7,0 W	25,5 W
40 kvar 400 V	4,5 W	10,5 W	36,0 W
50 kvar 400 V	4,5 W	10,5 W	36,0 W
60 kvar 400 V	4,5 W	14,0 W	56,5 W
75kvar 400 V	4,5 W	14,0 W	56,5 W



220V	400V	660V	Referencias	
240V	440V	690V	Contactor	Int. Aut.
kVAr	kVAr	kVAr		Compact NSX
6,7	12,5	18	LC1-DFK11..	LV429637
10	20	30	LC1-DLK11..	LV429636
15	25	36	LC1-DMK11..	LV429636
20	33,3	48	LC1-DPK12..	LV429630
25	40	58	LC1-DTK12..	LV429630
40	60	92	LC1-DWK12..	LV430630

Nota: la terminación de la referencia dependerá de la tensión de control.

Contadores Tripolares para Maniobra de Condensadores CWMC (AC-6b)

Datos técnicos		CWMC9	CWMC18	CWMC25	CWMC32	CWMC50	CWMC65	CWMC80	
Potencia reactiva AC-6b @ 55 °C	220-230 V	kvar	6	8	11	15	25	30	35
	380-415 V		10	15	20	25	40	50	61
	440 V		12	16	23	30	45	60	71
	480 V		12.5	17	25	33	50	65	77
	660-690 V		17.5	25	34	45	65	87	106
AC-6b corriente (I _a) (55 °C)	A	16	21	30	40	60	77	93	
Corriente térmica (I _m) (55 °C)		25	32	45	60	90	110	140	
AC-6b corriente (I _a) (70 °C)		10	15	22	34	50	62	67	
Fusible máximo (gL/gG)		25	35	50	63	100	125	160	
Sección del cable	mm ²	6	6	2 x 10	16 + 16	35 + 35	35 + 35	35	
	AWG	10	10	2 x 7	6 + 6	2 + 2	2 + 2	2	
Torque de apriete	N.m	1...1,7		1,6...3	2,5...4	4...6	4...6	5...6,5	
Número máximo de operaciones por hora	ops/h.	120							
Número máximo de contactos auxiliares		1			3	5			
Vida eléctrica	Ops x 10 ³	100							
Consumo de la bobina (AC) cerrando/régimen	VA	75 / 9,3			123 / 12,5	308 / 25			
Peso	kg	0,619			0,670	1,370	1,389	1,7	

Notas: 1) Bajo consulta.

Un contacto auxiliar 1NA incorporado en los contadores CWMC.

Ejemplo de referencias: CWMC25-10-30♦; - CWMC32-10-30♦; - CWMC50-10-30♦; - CWMC-65-10-30♦.



RELE VARIMÉTRICO

VISTA FRONTAL (ver manual)

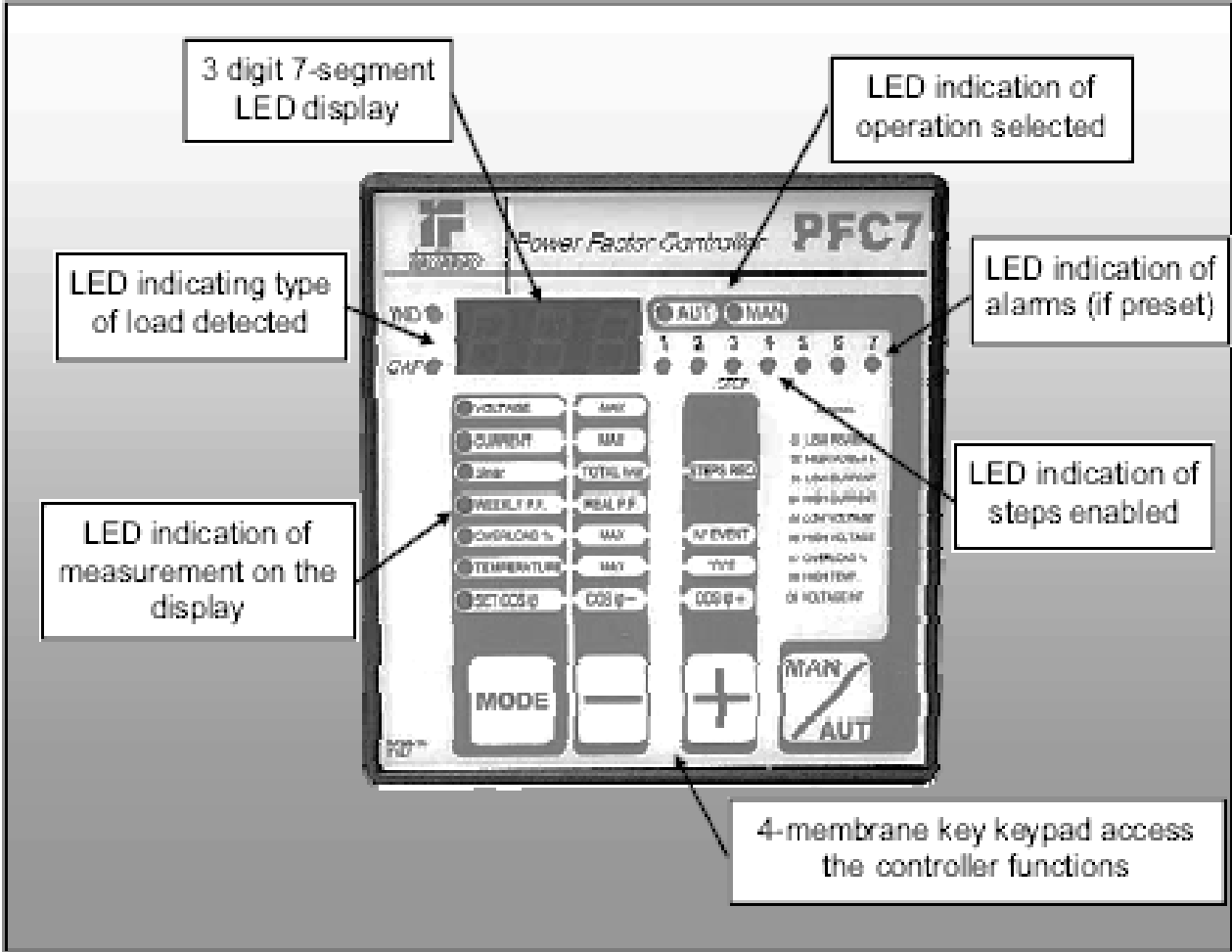
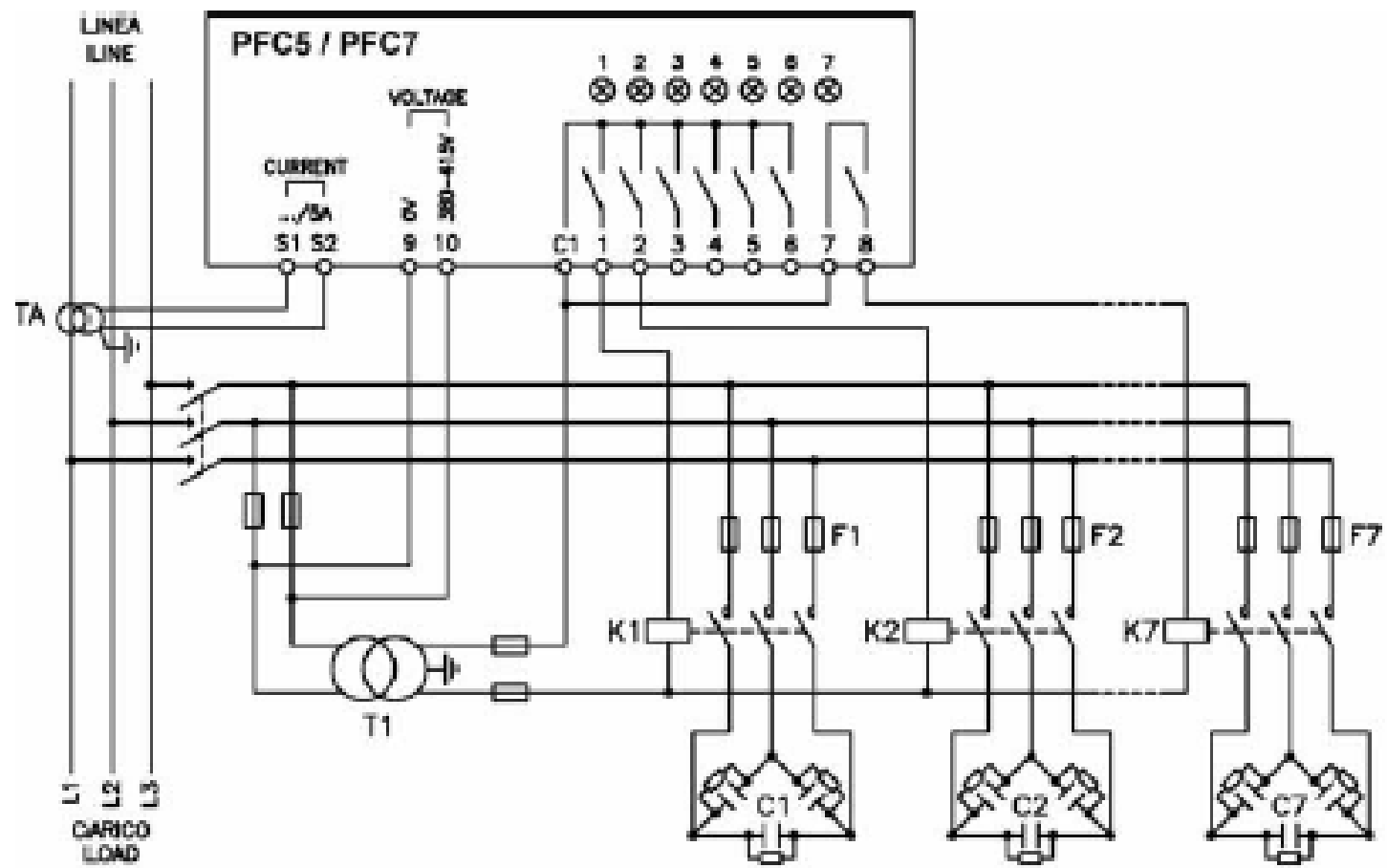
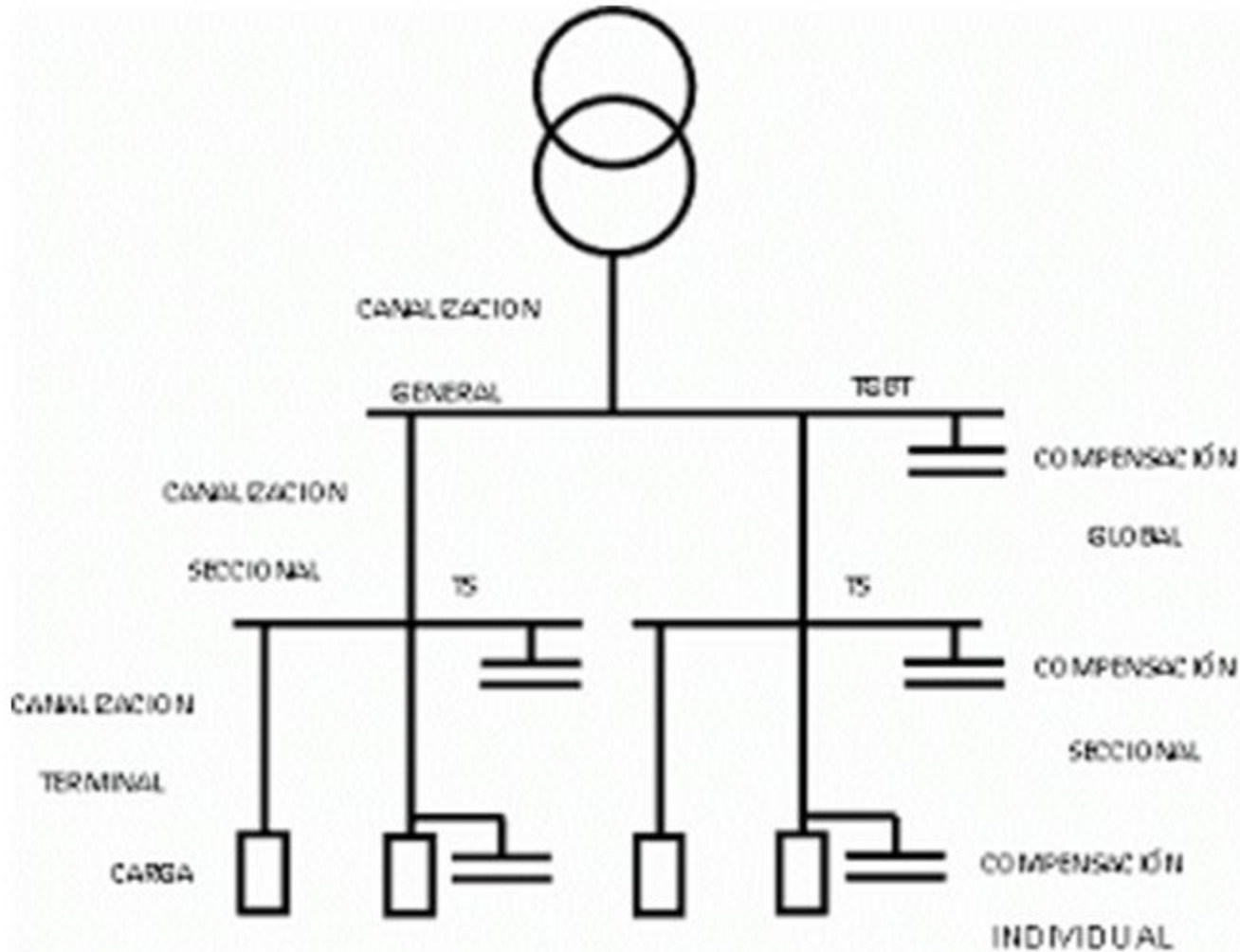


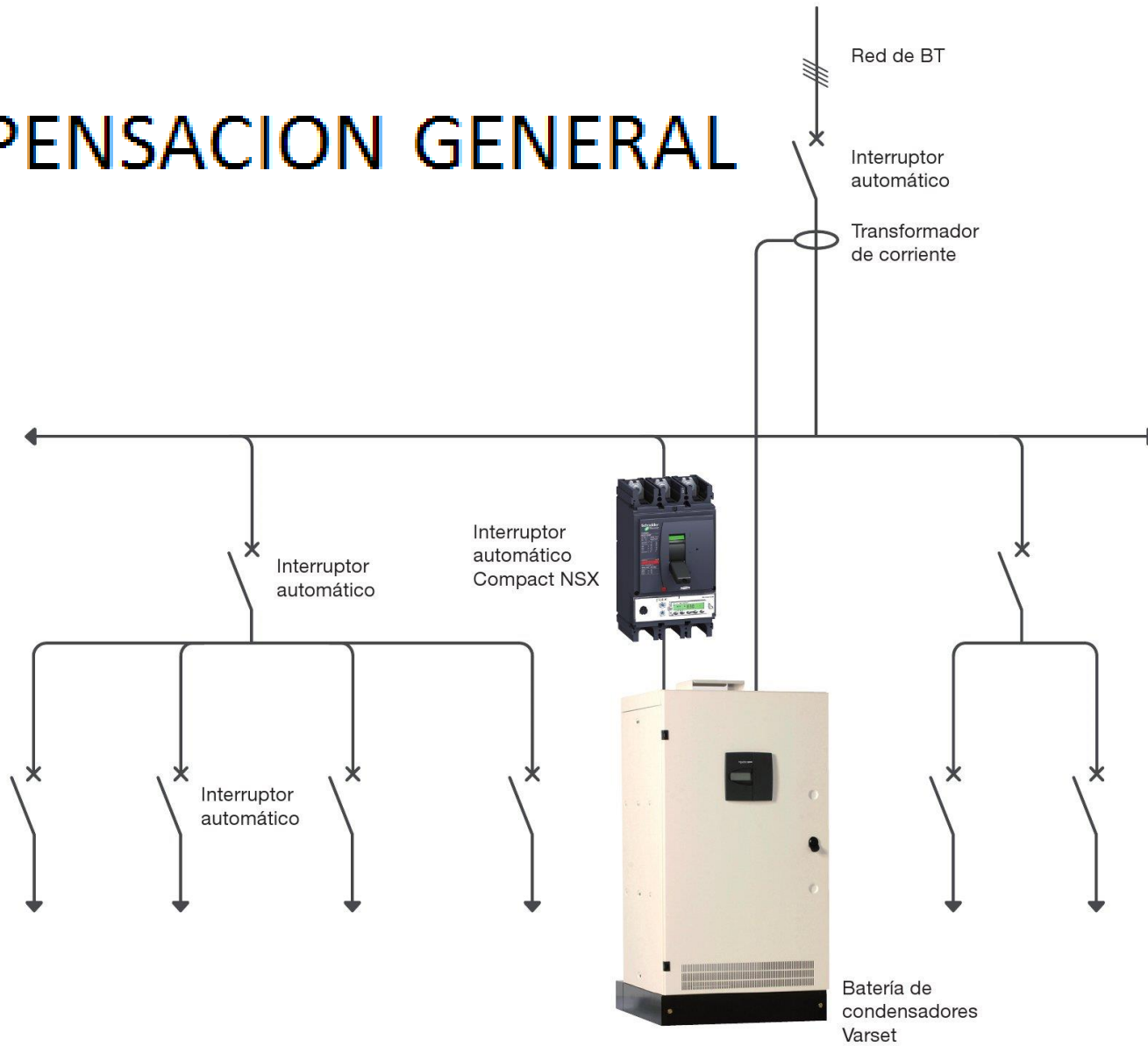
DIAGRAMA CONEXION



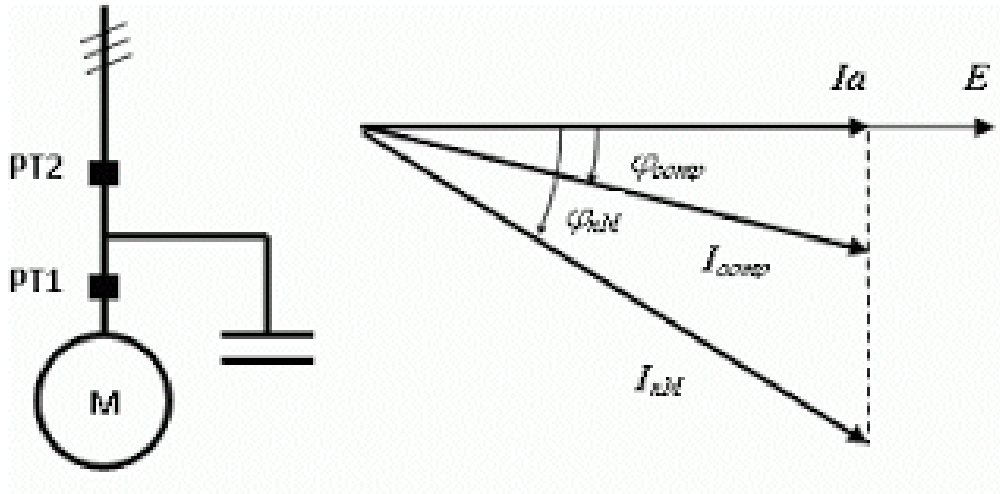
Tipos de compensación



COMPENSACION GENERAL



Compensación individual



Balasto con ignitor en derivación

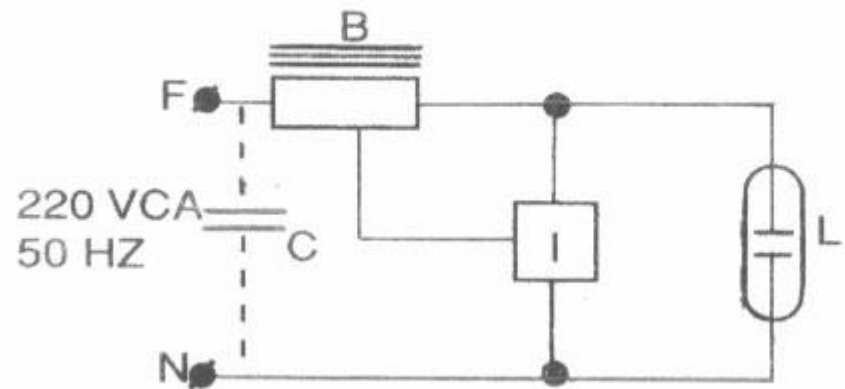
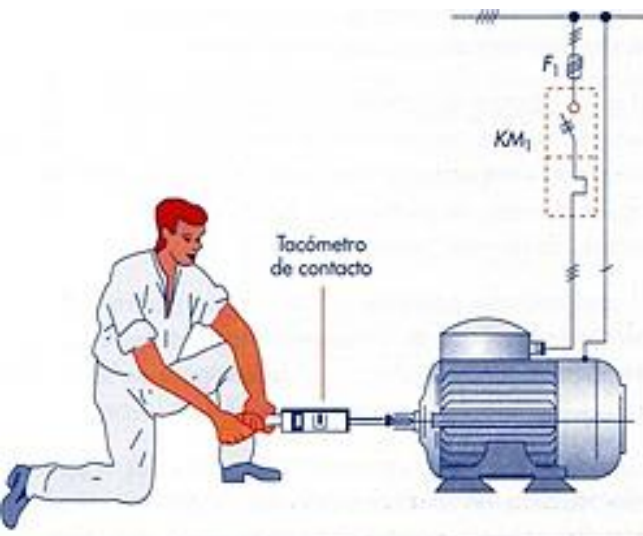


Tabla para Motores Monofásicos

**Capacitores aconsejables para conectar a bornes de motores monofásicos (220 V.)
Para corrección del factor de potencia.**

POTENCIA (H.P.)	POTENCIA (KW)	AMPERE (A.)	CAPACITOR (MicroFaradios)
1 / 6	0,122	0,58	6
1 / 5	0,147	0,70	6
1 / 4	0,184	0,88	8
1 / 3	0,245	1,17	10
1 / 2	0,368	1,76	16
3 / 4	0,550	2,60	20
1,00	0,736	3,50	25
1,25	0,920	4,40	32
1,50	1,100	5,26	45
1,75	1,290	6,17	2 x 25
2,00	1,470	7,00	2 x 25
2,25	1,650	7,90	2 x 32
2,50	1,840	8,80	2 x 32
2,75	2,020	9,66	2 x 45
3,00	2,200	10,50	2 x 45
3,25	2,400	11,50	2 x 50
3,50	2,570	12,30	2 x 50
3,75	2,760	13,20	2 x 50
4,00	2,950	14,10	2 x 50

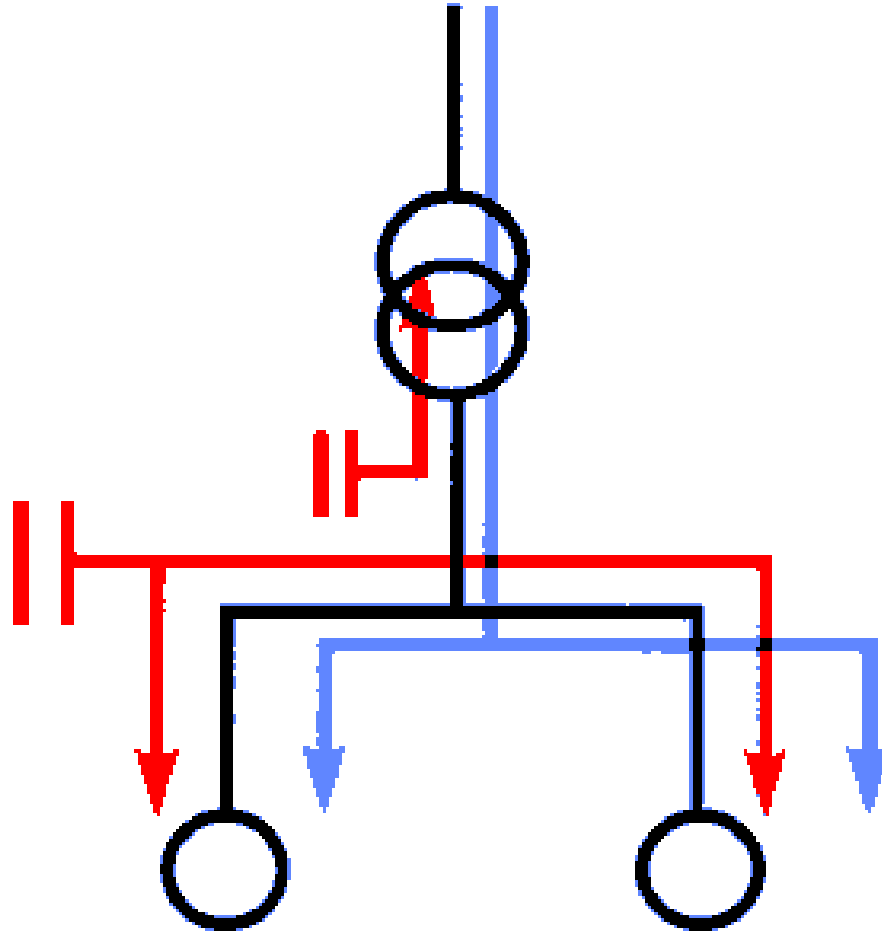
**Capacitores para conectar en los Acondicionadores de Aire monofásicos (220 V.)
Para corrección del factor de potencia.**

FRIGORÍAS	POTENCIA (W.)	MICROFARADIOS
1800	1000	10
2500	1200	16
3000	1700	25
4200	2600	2 x 25
5000	2900	2 x 32
6000	3000	2 x 32

Máxima potencia capacitiva directamente en bornes de los motores de BT				
Potencia nominal del motor	Cantidad de pares de polos			
	1	2	3	4
22 kW	6 kVAr	8 kVAr	9 kVAr	10 kVAr
30 kW	7,5 kVAr	10 kVAr	11 kVAr	12,5 kVAr
37 kW	9 kVAr	11 kVAr	12,5 kVAr	16 kVAr
45 kW	11 kVAr	13 kVAr	14 kVAr	17 kVAr
55 kW	13 kVAr	17 kVAr	18 kVAr	21 kVAr
75 kW	17 kVAr	22 kVAr	25 kVAr	28 kVAr
90 kW	20 kVAr	25 kVAr	27 kVAr	30 kVAr
110 kW	24 kVAr	29 kVAr	33 kVAr	37 kVAr
132 kW	31 kVAr	36 kVAr	38 kVAr	43 kVAr
160 kW	35 kVAr	41 kVAr	44 kVAr	52 kVAr
200 kW	43 kVAr	47 kVAr	53 kVAr	61 kVAr
250 kW	52 kVAr	57 kVAr	63 kVAr	71 kVAr
280 kW	57 kVAr	63 kVAr	70 kVAr	79 kVAr
355 kW	67 kVAr	76 kVAr	86 kVAr	98 kVAr
400 kW	78 kVAr	82 kVAr	97 kVAr	106 kVAr
450 kW	87 kVAr	93 kVAr	107 kVAr	117 kVAr

Máxima compensación COS 0.8 de la Potencia en vacío

Caso especial: transformador de potencia



Regla: Nunca sobrecompensar

KVAR necessari al rilasciamento delle perdite a vuoto dei trasformatori MT/BT		
Potenza del trasformatore KVA	TENSIONE PRIMARIA	
	6 + 15 kV	18 + 30 kV
100	5	10
160	10	15
200	10	15
250	15	20
315	20	20
400	20	25
500	25	30
630	25	35
800	30	40
1000	40	50
1250	50	60
1600	70	80
2000	80	100

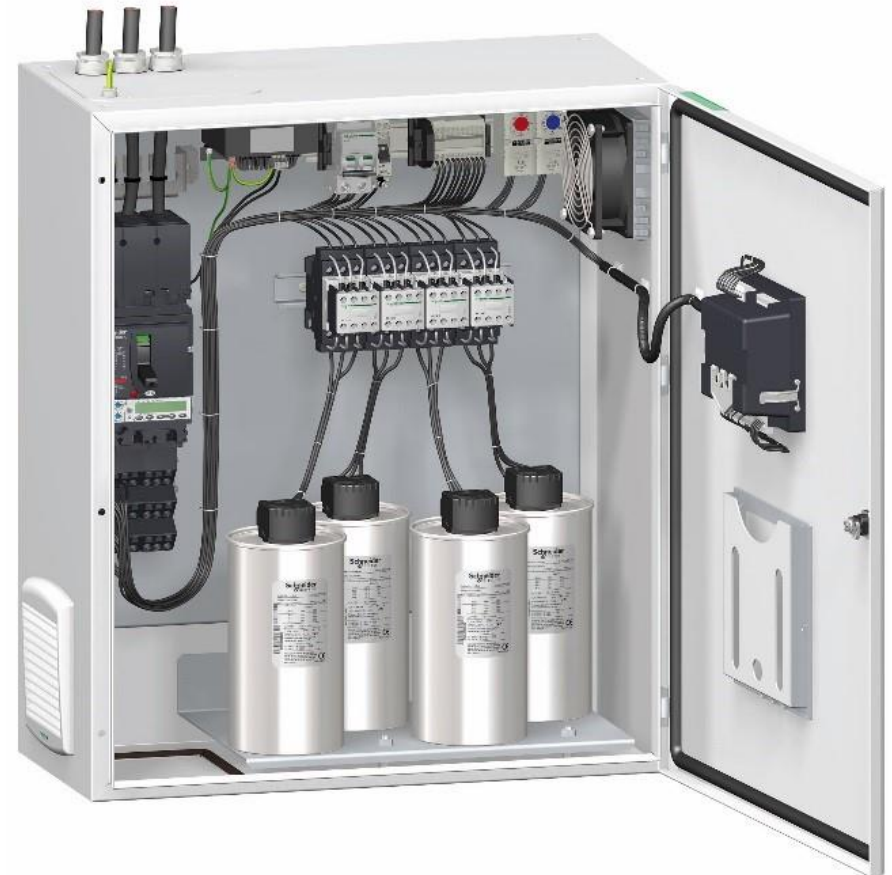
- Se corrige la potencia en vacío con una base fija entre 5 y 10 %

Compensación en MT y AT (poco usado por los usuarios)

WASVAR



BANCO DE CAPACITORES

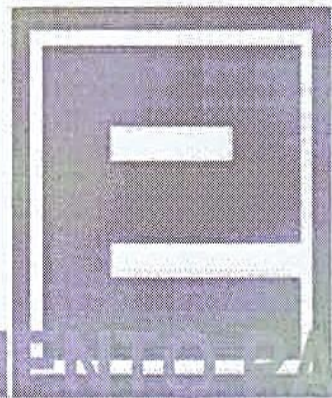


MANTENIMIENTO

- Medir con pinza de corriente, las fases de cada uno de los capacitores verificando si trabajan equilibradas
- Verificar la capacidad a través de la corriente en cada fase
- Medir temperatura de todos los componentes
- Comprobar el seteo del relé varimétrico y su funcionamiento manual
- Medir los armónicos en los capacitores y tomar medidas correctivas si es necesario

ANALIZAR LA SIGUIENTE FACTURA

RECLAMOS: SI SU RECLAMO NO ES ATENDIDO POR ESTA EMPRESA EN 10 DIAS HABILDES O CONSIDERA LA RESPUESTA INSATISFACTORIA, UD. PODRA ACUDIR AL ERSeP (ENTE REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS), ROSARIO DE SANTA FE 238- X5000ACE - CORDOBA - TEL. 0800 888 6898						FACTURACION				
SERVICIO			TENSION	PERIODO LEIDO			DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE \$
CONT.EN BAJA DA>1			Baja Tension	28/02/2019 al 31/03/2019			Carg.Obr.Infr.y Des.	15	46,774700	701,62
COD. TARIFA 353 2 1			MES CONTABLE 03/2019			Demanda Fuera Pico	110	276,196100	30.381,57	
DEMANDA AUTORIZADA			DEMANDA FACTURADA		COSENO FI	Demanda en Pico	15	407,059300	6.105,89	
DP	15	DP	15	0,8026		Energia Pico	271	2,255550	611,25	
DF	110	DF	110			Energia Resto	9896	2,156280	21.338,55	
DETALLE DE LECTURA						Energia Valle	351	2,057020	722,01	
COD.	MEDIDOR N°	EST.ACTUAL	EST.ANTER.	DIF.POR.	CONSUMO	NETO EPEC CONSUMO ENERGIA			59.860,89	
EAR	9116576	370.740	205.810	60	9896	Ajuste coseno fi			10.993,45	
DR	9116576	1.193	1.198	60	72	NETO EPEC			70.854,34	
ERT	9116576	258.020	127.750	60	7816	(*)Percep.Ing.Brutos	(11,00%)		7.793,98	
DP	9116576	0.057	0.142	60	03	IVA Inscripto	(27,00%)		19.130,67	
EAV	9116576	16.480	10.630	60	351	Percep.RG 2408 - DGI	(3,00%)		2.125,64	
DV	9116576	0.057	0.146	60	03	Ord.Imp. municipal	(8,00%)		5.668,35	
EAP	9116576	13.920	9.410	60	271	Dto. 2298	(0,40%)		283,42	
						ERSeP-Ley 10281 R.27	(0,10%)		70,85	
						Fondo Ley 9819	(1,50%)		1.062,81	
						Redondeo			0,04	



DOCUMENTO REGISTRADO

ANALIZAR LA SIGUIENTE FACTURA

Distribución

Z: 2- R: 15841

Categoría

T- GC

Detalle Servicio Energía

DETALLE DE ENERGIA ELECTRICA FACTURADA

CONCEPTO	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	F. MULT	CONSUMO	PER.
ENERGÍA RESTO	01/04/2021 480.29	01/05/2021 498.01	80	1417.60	4/2021
ENERGÍA PICO	01/04/2021 135.16	01/05/2021 142.77	80	608.80	4/2021
ENERGÍA VALLE	01/04/2021 8.68	01/05/2021 8.83	80	12.00	4/2021
DEMANDA EN PUNTA	01/04/2021 0.36	01/05/2021 0.41	80	32.80	4/2021
DEMANDA FUERA DE PUNTA	01/04/2021 0.45	01/05/2021 0.43	80	34.40	4/2021
REACTIVO	01/04/2021 251.54	01/05/2021 260.85	80	744.80	4/2021

ENERGÍA PICO	608.8000	5.478700	3335.4326
ENERGÍA RESTO	1417.6000	5.290300	7499.4726
ENERGÍA VALLE	12.0000	5.071200	60.8544
DEMANDA EN PUNTA	32.8000	507.099200	16632.8538
DEMANDA EN PUNTA	7.2000	507.099200	3651.1142
DEMANDA FUERA DE PUNTA	34.4000	332.488900	11437.6182
DEMANDA FUERA DE PUNTA	5.6000	332.488900	1861.9378
CAPITALIZACION ENERGIA ELECTRICA			355.7600
COSENO DE FI	0.9400	508.364000	508.3640
Total ENERGIA ELECTRICA			45343.4076

APORTE POR MAYORES COSTOS OPERATIVOS	8997.5295
FODEP	1005.9017
Total	10003.4312

SECCIÓN DE TRANSFORMADORES UNICA 45343.4076 7.432181 8997.5295

ACTIVIDAD

- De acuerdo a las máquinas instaladas del proyecto, calcule el tablero de Cos Phi
- Haga el cómputo métrico con precio
- Haga el unifilar
- Dibuje el tablero en el plano

