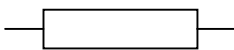


EL FACTOR DE POTENCIA Y SU COMPENSACION EN INSTALACIONES DE BAJA TENSION

1. EL FACTOR DE POTENCIA

La utilización de la energía eléctrica, distribuida mediante redes de C.A., ya sea para fines industriales, comerciales o residenciales, lleva implícita la existencia de campos magnéticos para el establecimiento de los campos rotantes que mueven a los motores, para las reactancias de las lámparas de descarga o tubos fluorescentes, etc.

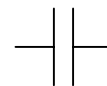
Tales campos magnéticos requieren de la red de alimentación una cierta potencia reactiva (**kVAr**) que, si bien no significa un aumento directo de la potencia activa (**kW**) que se está utilizando, se traducen, amén del costo económico para aquellos usuarios a los que se les factura la energía reactiva, en mala regulación de la tensión de suministro (generalmente "baja tensión") mayores pérdidas en líneas y elementos de distribución y aumento de la potencia aparente (**KVA**) requerida para igual potencia activa utilizada.



Ohmica: Lámparas incandescentes, calefactores, etc.



Inductiva: Transformadores en vacío, reactancia de un tubo fluorescente, etc.



Capacitiva: Capacitor para compensación del factor de potencia.

Sin pretender ahondar mucho en el tema, ya que no es el objeto de esta publicación, dire-

Leyden S.A. - Anchoris 273 - 1280 Buenos Aires - Argentina

TE: (+54-11) 4304-1056 Fax: (+54-11) 4306-9950 E-mail: info@leyden.com.ar

No olvide consultar nuestro Web Site: www.leyden.com.ar

EL FACTOR DE POTENCIA Y SU COMPENSACION EN INSTALACIONES DE BAJA TENSION

mos que todo usuario de energía eléctrica tiene una cierta tensión de alimentación U (Volts) que aplicada a los motores y/o artefactos de iluminación y/o calefactores, etc. dará lugar a una cierta corriente I: (amperes). Ambas magnitudes pueden ser representadas mediante vectores o, más propiamente, "fasores" que tendrán entre sí un cierto ángulo o desfasaje, que dependerá del tipo de carga considerada.

La importancia que cada una de las configuraciones de la figura 1 tiene, desde el punto de vista energético, surge de considerar las distintas clases de potencia que un circuito eléctrico puede intercambiar con la red que lo alimenta.

1.1 Potencia Activa: Es la que efectivamente se aprovecha como potencia útil en el eje de un motor, la que se transforma en calor en la resistencia de un calefactor, etc.

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

1.2. Potencia Reactiva: Es la que los campos magnéticos de los motores, de los reactores ó balastos de iluminación etc. intercambian con la red sin significar un consumo de potencia activa en forma directa.

$$Q = U \cdot I \cdot \text{sen } \varphi$$

1.3. Potencia Aparente: Es la que resulta de considerar la tensión aplicada al consumo y la corriente que éste demanda, esta potencia es lo que limita la utilización de transformadores, líneas de alimentación y demás elementos componentes de los circuitos eléctricos.

$$S = U \cdot I$$

Efectuadas las definiciones de las potencias y teniendo en cuenta que tanto en las instalaciones industriales como comerciales y residenciales, el tipo de consumo es preponderantemente inductivo puede decirse que el diagrama fasorial de un consumo tipo, teniendo en cuenta las potencias será el de la figura 2:

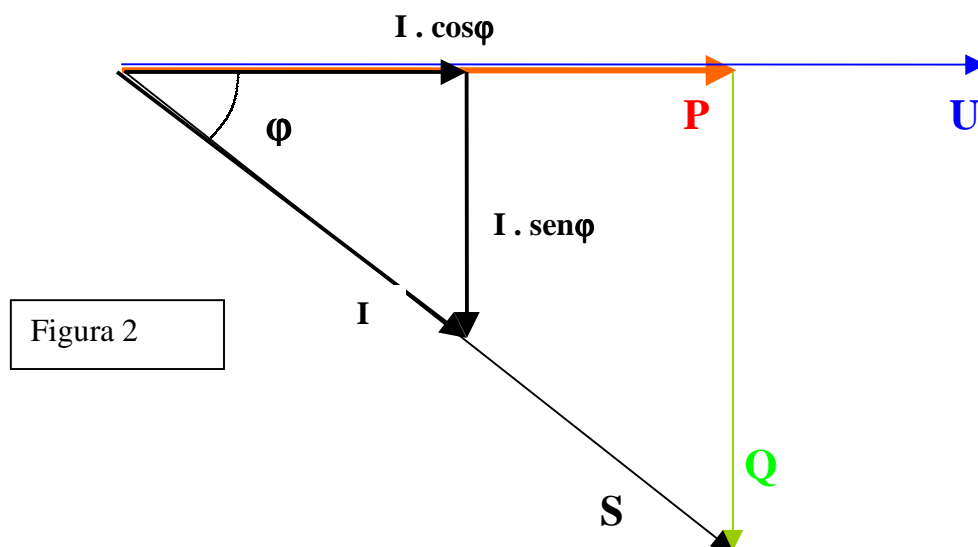


Figura 2

EL FACTOR DE POTENCIA Y SU COMPENSACION EN INSTALACIONES DE BAJA TENSION

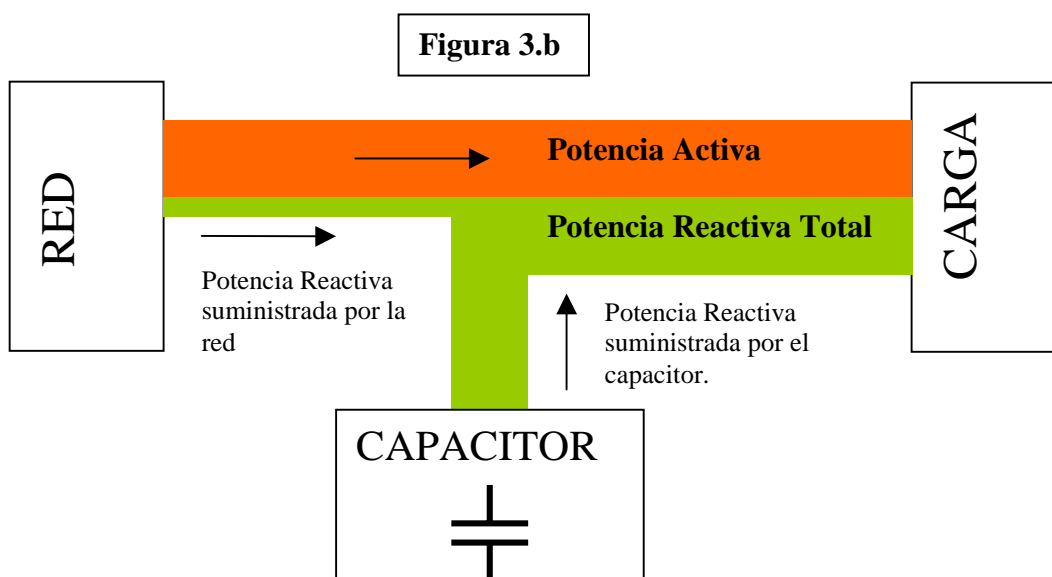
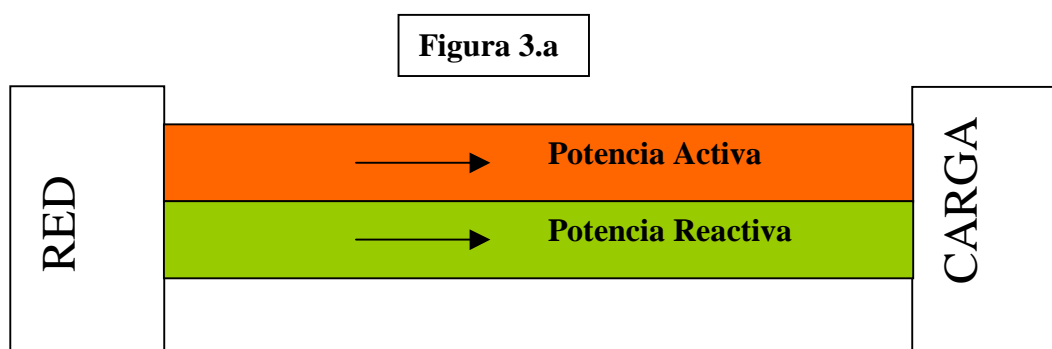
En la que se puede apreciar claramente que, para una misma potencia activa P, que efectivamente utilizemos, tendremos que la corriente I y la potencia aparente S son mínimas cuando el ángulo $\varphi = 0$ ó dicho de otra forma, cuando $\cos \varphi = 1$

Al $\cos \varphi$ se lo identifica como "FACTOR DE POTENCIA" siendo sus limites de variación entre 1 y 0, y su compensación ó aproximación a uno mediante el uso de capacitores en instalaciones industriales.

2. COMPENSACION DEL FACTOR DE POTENCIA

De acuerdo a lo explicado en el punto anterior podemos decir, despreciando las pérdidas $I^2.R$ e $I^2.X$ en líneas y demás elementos de distribución, que la potencia aparente que recibe un consumidor se descompone en activa y reactiva pudiendo hacerse el esquema de la figura 3.a.

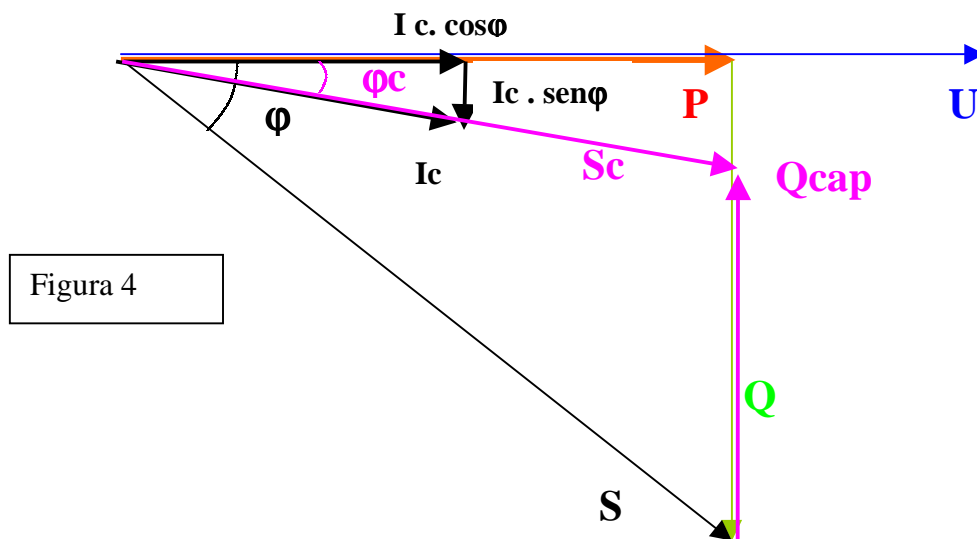
La potencia activa debe ser inevitablemente suministrada por la red pero no sucede lo mismo con la reactiva que, salvo los casos especiales en que se disponga de máquinas sincrónicas, puede ser compensada con la conexión de capacitores quedando el esquema como el de la figura, 3 b.



El uso de capacitores para compensar el factor de potencia, ampliamente difundido en los

EL FACTOR DE POTENCIA Y SU COMPENSACION EN INSTALACIONES DE BAJA TENSION

países industrializados, se ha incentivado como consecuencia de la crisis energética de la actualización tarifaria y el consiguiente aumento de las penalidades también han contribuido significativamente los desarrollos de nuevos y mejores dieléctricos, el avance en los diseños y, en general, el adelanto tecnológico, que han significado capacitores de menores costos, con menores» pérdidas y bajo porcentaje de fallas.



En el diagrama de la figura 4 se observa la incidencia de aplicar una potencia reactiva capacitiva a la instalación de valor Q_{cap} , produciéndose una disminución del ángulo ϕ y con él una disminución de la corriente y la potencia aparente.

3- DETERMINACION DE LA POTENCIA REACTIVA NECESARIA PARA COMPENSAR EL FACTOR DE POTENCIA.

Las expresiones dadas en el punto 1 para las distintas clases de potencias corresponden a circuitos monofásicos (en general de 220 V) en tanto que para los circuitos trifásicos (de 3 x 380 V; 3 x 13.200 V; etc.) que por razones técnico- económicas son los que se usan en la distribución de energía eléctrica y en las instalaciones industriales, dichas potencias se expresan mediante:

$$P = \sqrt{3} UI \cos \phi$$

$$Q = \sqrt{3} UI \sin \phi$$

$$S = \sqrt{3} U I$$

En aquellos casos en que la información sea proveniente de medidores de energía debe tenerse en cuenta que el concepto de energía involucra una cierta potencia consumida a lo largo de un lapso,

$$\text{ENERGIA (Kw/h)} = \text{POTENCIA (kW)} \times \text{TIEMPO (h)}$$

$$E = P \times t$$

Lo mismo se aplica al caso de energía reactiva.

En todos los casos que se estudiarán a continuación se aplicarán soluciones prácti-

EL FACTOR DE POTENCIA Y SU COMPENSACION EN INSTALACIONES DE BAJA TENSION

cas que de ninguna forma pretende ser la óptima o ideal ya que ésta requeriría estudiar la configuración del circuito, la distribución de cargas, la regulación de tensión, etc. Por lo tanto será el proyectista o instalador el que optará por el criterio a aplicar en cada caso nuestro objeto es suministrar una guía para calcular la potencia reactiva necesaria.

3.1 - Instalaciones industriales con medición de energía reactiva.

Conociendo las energías activa y reactiva consumidas en uno o varios períodos de medición, por ejemplo los estados mensuales de los medidores y las horas mensuales de utilización, puede calcularse el consumo de potencia y el factor de potencia promedio de la instalación.

$$\text{Potencia Activa: } P[\text{kW}] = \frac{\text{Energía Activa [Kwh]}}{\text{Tiempo de utilización [h]}}$$

$$\text{Potencia Reactiva: } Q[\text{kVAr}] = \frac{\text{Energía Reactiva [kVArh]}}{\text{Tiempo de utilización [h]}}$$

Con respecto al tiempo de utilización se refiere a la cantidad de horas efectivas de trabajo dentro del período de facturación de energía el cual viene siempre impreso en la factura. Se puede calcular aproximadamente siguiendo los lineamientos del siguiente ejemplo:

Ejemplo N°1: Un taller trabaja de lunes a viernes de 8 a 18Hs, de 8 a 12Hs lo hace al 100% de la carga, de 12 a 14Hs. al 50%, y de 14 a 18Hs. al 80%, además trabaja los sábados de 8 a 13Hs. con sólo el 30% de la carga. La facturación cubre un mes de 31 días con 4 sábados, 4 domingos y 2 feriados:

Días hábiles: 31 – 4 – 4 – 2 = 21

Sábados: 4

100% de la carga: 4Hs.

30% de la carga: 5Hs.

50% de la carga: 2Hs.

80% de la carga: 4Hs.

$$\text{Tiempo de utilización} = 21 \times (1 \times 4 + 0.5 \times 2 + 0.8 \times 4) + 4 \times 0.3 \times 5 = 178.2 \text{ Hs.}$$

Las funciones trigonométricas relacionadas con el ángulo ϕ pueden calcularse fácilmente con las siguientes expresiones:

$$\text{tg}\phi [-] = \frac{Q [\text{kVAr}]}{P [\text{kW}]}$$

$$\text{Cos}\phi [-] = \frac{P [\text{kW}]}{\sqrt{(P [\text{kW}])^2 + (Q [\text{kVAr}])^2}}$$

Mediante la incorporación de un capacitor o banco de capacitores de potencia Q_{cap} , el diagrama fasorial se altera y pasa a ser el de la figura 4, en este caso los nuevos valores del ángulo ϕ_c modificarán las ecuaciones anteriores:

$$\text{tg}\phi_c [-] = \frac{Q - Q_{\text{cap}} [\text{kVAr}]}{P [\text{kW}]} = \frac{Q [\text{kVAr}] - Q_{\text{cap}} [\text{kVAr}]}{P [\text{kW}]} = \text{Tg}\phi [-] - \frac{Q_{\text{cap}} [\text{kVAr}]}{P [\text{kW}]}$$

EL FACTOR DE POTENCIA Y SU COMPENSACION EN INSTALACIONES DE BAJA TENSION

TABLA N° 1 – COEFICIENTES PARA DETERMINAR LA POTENCIA REACTIVA NECESARIA

Factor de potencia existente: $\cos\phi$



Factor de potencia deseado: $\cos\phi_c$



	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00
0.40	1.672	1.698	1.725	1.752	1.779	1.807	1.836	1.865	1.896	1.928	1.963	2.000	2.041	2.088	2.149	2.291
0.41	1.605	1.631	1.658	1.685	1.712	1.740	1.769	1.799	1.829	1.862	1.896	1.933	1.974	2.022	2.082	2.225
0.42	1.541	1.567	1.594	1.621	1.648	1.676	1.705	1.735	1.766	1.798	1.832	1.869	1.910	1.958	2.018	2.161
0.43	1.480	1.506	1.533	1.560	1.587	1.615	1.644	1.674	1.704	1.737	1.771	1.808	1.849	1.897	1.957	2.100
0.44	1.421	1.448	1.474	1.501	1.529	1.557	1.585	1.615	1.646	1.678	1.712	1.749	1.790	1.838	1.898	2.041
0.45	1.365	1.391	1.418	1.445	1.472	1.500	1.529	1.559	1.589	1.622	1.656	1.693	1.734	1.781	1.842	1.985
0.46	1.311	1.337	1.364	1.391	1.418	1.446	1.475	1.504	1.535	1.567	1.602	1.639	1.680	1.727	1.788	1.930
0.47	1.258	1.285	1.311	1.338	1.366	1.394	1.422	1.452	1.483	1.515	1.549	1.586	1.627	1.675	1.736	1.878
0.48	1.208	1.234	1.261	1.288	1.315	1.343	1.372	1.402	1.432	1.465	1.499	1.536	1.577	1.625	1.685	1.828
0.49	1.159	1.186	1.212	1.239	1.267	1.295	1.323	1.353	1.384	1.416	1.450	1.487	1.528	1.576	1.637	1.779
0.50	1.112	1.139	1.165	1.192	1.220	1.248	1.276	1.306	1.337	1.369	1.403	1.440	1.481	1.529	1.590	1.732
0.51	1.067	1.093	1.120	1.147	1.174	1.202	1.231	1.261	1.291	1.324	1.358	1.395	1.436	1.484	1.544	1.687
0.52	1.023	1.049	1.076	1.103	1.130	1.158	1.187	1.217	1.247	1.280	1.314	1.351	1.392	1.440	1.500	1.643
0.53	0.980	1.007	1.033	1.060	1.088	1.116	1.144	1.174	1.205	1.237	1.271	1.308	1.349	1.397	1.458	1.600
0.54	0.939	0.965	0.992	1.019	1.046	1.074	1.103	1.133	1.163	1.196	1.230	1.267	1.308	1.356	1.416	1.559
0.55	0.899	0.925	0.952	0.979	1.006	1.034	1.063	1.092	1.123	1.156	1.190	1.227	1.268	1.315	1.376	1.518
0.56	0.860	0.886	0.913	0.940	0.967	0.995	1.024	1.053	1.084	1.116	1.151	1.188	1.229	1.276	1.337	1.479
0.57	0.822	0.848	0.875	0.902	0.929	0.957	0.986	1.015	1.046	1.079	1.113	1.150	1.191	1.238	1.299	1.441
0.58	0.785	0.811	0.838	0.865	0.892	0.920	0.949	0.979	1.009	1.042	1.076	1.113	1.154	1.201	1.262	1.405
0.59	0.749	0.775	0.802	0.829	0.856	0.884	0.913	0.942	0.973	1.006	1.040	1.077	1.118	1.165	1.226	1.368
0.60	0.714	0.740	0.767	0.794	0.821	0.849	0.878	0.907	0.938	0.970	1.005	1.042	1.083	1.130	1.191	1.333
0.61	0.679	0.706	0.732	0.759	0.787	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970	1.007	1.048	1.096	1.157	1.299
0.62	0.646	0.672	0.699	0.726	0.753	0.781	0.810	0.839	0.870	0.903	0.937	0.974	1.015	1.062	1.123	1.265
0.63	0.613	0.639	0.666	0.693	0.720	0.748	0.777	0.807	0.837	0.870	0.904	0.941	0.982	1.030	1.090	1.233
0.64	0.581	0.607	0.634	0.661	0.688	0.716	0.745	0.775	0.805	0.838	0.872	0.909	0.950	0.998	1.058	1.201
0.65	0.549	0.576	0.602	0.629	0.657	0.685	0.714	0.743	0.774	0.806	0.840	0.877	0.919	0.966	1.027	1.169
0.66	0.519	0.545	0.572	0.599	0.626	0.654	0.683	0.712	0.743	0.775	0.810	0.847	0.888	0.935	0.996	1.138
0.67	0.488	0.515	0.541	0.568	0.596	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.816	0.857	0.905	0.966	1.108
0.68	0.459	0.485	0.512	0.539	0.566	0.594	0.623	0.652	0.683	0.715	0.750	0.787	0.828	0.875	0.936	1.078
0.69	0.429	0.456	0.482	0.509	0.537	0.565	0.593	0.623	0.654	0.686	0.720	0.757	0.798	0.846	0.907	1.049
0.70	0.400	0.427	0.453	0.480	0.508	0.536	0.565	0.594	0.625	0.657	0.692	0.729	0.770	0.817	0.878	1.020
0.71	0.372	0.398	0.425	0.452	0.480	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663	0.700	0.741	0.789	0.849	0.992
0.72	0.344	0.370	0.397	0.424	0.452	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635	0.672	0.713	0.761	0.821	0.964
0.73	0.316	0.343	0.370	0.396	0.424	0.452	0.481	0.510	0.541	0.573	0.608	0.645	0.686	0.733	0.794	0.936
0.74	0.289	0.316	0.342	0.369	0.397	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580	0.617	0.658	0.706	0.766	0.909
0.75	0.262	0.289	0.315	0.342	0.370	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553	0.590	0.631	0.679	0.739	0.882
0.76	0.235	0.262	0.288	0.315	0.343	0.371	0.400	0.429	0.460	0.492	0.526	0.563	0.605	0.652	0.713	0.855
0.77	0.209	0.235	0.262	0.289	0.316	0.344	0.373	0.403	0.433	0.466	0.500	0.537	0.578	0.626	0.686	0.829
0.78	0.183	0.209	0.236	0.263	0.290	0.318	0.347	0.376	0.407	0.439	0.474	0.511	0.552	0.599	0.660	0.802
0.79	0.156	0.183	0.209	0.236	0.264	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447	0.484	0.525	0.573	0.634	0.776
0.80	0.130	0.157	0.183	0.210	0.238	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.499	0.547	0.608	0.750
0.81	0.104	0.131	0.157	0.184	0.212	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395	0.432	0.473	0.521	0.581	0.724
0.82	0.078	0.105	0.131	0.158	0.186	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447	0.495	0.556	0.698
0.83	0.052	0.079	0.105	0.132	0.160	0.188	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343	0.380	0.421	0.469	0.530	0.672
0.84	0.026	0.053	0.079	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.395	0.443	0.503	0.646
0.85	0.000	0.026	0.053	0.080	0.107	0.135	0.164	0.194	0.225	0.257	0.291	0.328	0.369	0.417	0.477	0.620
0.86	####	0.000	0.027	0.054	0.081	0.109	0.138	0.167	0.198	0.230	0.265	0.302	0.343	0.390	0.451	0.593
0.87	####	####	0.000	0.027	0.054	0.082	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.316	0.364	0.424	0.567
0.88	####	####	####	0.000	0.027	0.055	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289	0.337	0.397	0.540
0.89	####	####	####	####	0.000	0.028	0.057	0.086	0.117	0.149	0.184	0.221	0.262	0.309	0.370	0.512
0.90	####	####	####	####	####	0.000	0.029	0.058	0.089	0.121	0.156	0.193	0.234	0.281	0.342	0.484

De esta última ecuación podemos despejar el capacitor o banco de capacitores necesario:

$$Q_{cap} \text{ [kVAr]} = P \times (Tg\phi - Tg\phi_c)$$

Habitualmente, no se dispone de los valores de $Tg\phi$ y $Tg\phi_c$, es mas común disponer de los valores de factor de potencia $cos\phi$ y $cos\phi_c$, por lo tanto, en la página siguiente Ud. podrá encontrar una tabla con los valores de $(Tg\phi - Tg\phi_c)$ en función de los $cos\phi$ y $cos\phi_c$, de modo de poder calcular fácilmente el capacitor o banco de capacitores de potencia Q_{cap} .

Con el factor de potencia calculado y sabiendo cual es el que se quiere alcanzar se entra en la Tabla N° 1 y se obtiene el coeficiente por el cual hay que multiplicar la potencia activa promedio para obtener la potencia reactiva, necesaria a instalar. Este resultado puede cotejarse con el que resulte de medir la potencia y el factor de potencia en distintos momentos del día, por ejemplo a la hora pico, mediante la lectura de las vueltas que dan los medidores en lapsos determinados. Este último procedimiento requiere conocer la constante del medidor K_h (vueltas/Kwh) y contar el número de vueltas n en un tiempo dado si el tiempo considerado es un minuto la potencia en ese lapso resulta ser :

$$P \text{ (kW)} = \frac{60(\text{min./h}) \times n \text{ (Vueltas/min.)}}{K_h \text{ (vueltas/Kwh)}}$$

y para la potencia reactiva :

$$Q \text{ (kW)} = \frac{60(\text{min./h}) \times n \text{ (Vueltas/min.)}}{K_h \text{ (vueltas kVArh)}}$$

con lo que se puede calcular:

$$\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

también

$$tg \phi = Q/P \quad \text{de donde : } \cos \phi = \cos\{\text{arctg } Q/P\}$$

con P , el $\cos \phi$ y sabiendo cuál es el factor de potencia deseado se recurre a la tabla N° 1, donde figuran los valores de $(tg \phi$ sin compensar – $tg \phi$ compensado), se obtiene el factor, por el que hay que multiplicar P para saber cuantos KVAh hay que colocar en capacitores.

EJEMPLO N 2: Una fábrica relativamente importante en la que se trabaja de lunes a viernes en dos turnos de 8 horas cada uno, tiene los siguientes consumos:

ENERGIA ACTIVA

ENERGIA REACTIVA

243792

232618

y desean llevar el factor de potencia. a 0,90.

a) Cálculo de la potencia activa y el cos promedio.

$$P = \frac{243792 \text{ Kwh}}{22 \text{ días} \times 16 \text{ Hs/día}} = 693 \text{ kW}$$

$$Q = \frac{232618 \text{ kVArh}}{22 \text{ días} \times 16 \text{ Hs/día}} = 661 \text{ kVAR}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{693}{\sqrt{693^2 + 661^2}} = 0.72$$

b) Verificación de la potencia en diferentes momentos del día.

Se eligieron los momentos considerados de máxima carga ó "punta" en ambos turnos, para lo cual se leyeron las constantes de ambos medidores, se contaron las vueltas de los medidores en un minuto, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Pico de la mañana :

$$P = \frac{60 \text{ (min./h)} \times 64 \text{ (Vuelta min.)}}{5 \text{ (vueltas/Kwh)}} = 768 \text{ kW}$$

$$Q = \frac{60 \text{ (min./h)} \times 59 \text{ (Vueltas/min.)}}{5 \text{ (vueltas/kVArh)}} = 708 \text{ kVAR}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{768}{\sqrt{768^2 + 708^2}} = 0.735$$

Pico de la tarde :

$$P = \frac{60 \text{ (min./h)} \times 70 \text{ (Vuelta min.)}}{5 \text{ (vueltas/Kwh)}} = 840 \text{ kW}$$

$$Q = \frac{60 \text{ (min./h)} \times 71 \text{ (Vueltas/min.)}}{5 \text{ (vueltas/kVArh)}} = 852 \text{ kVAR}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{840}{\sqrt{840^2 + 852^2}} = 0.735$$

c) Determinación de la potencia reactiva capacitiva necesaria.

c1) Considerando los valores promedio : recurrimos a la tabla I y vemos que para llevar el factor de potencia existente del 72 al 90 % hay que conectar:

$$Q \text{ (kVAR)} = 0,479 \times 693 \text{ kW} = 332 \text{ kVAR.}$$

c2) Considerando los valores pico : también apelamos a la tabla I:

"Pico" de la mañana (73,5 % a 90 %)

$$Q \text{ (kVAR)} = 0.452 \times 768 = 347 \text{ kVAR}$$

"pico" de la tarde (70 % a 90 %)

$$Q \text{ (kVAr)} = 0.536 \times 840 = 450 \text{ kVAr}$$

d) Solución Adoptada :

En este caso se propusieron dos alternativas.

d1) Una batería fija de 100 KVAR compuesta por 4 capacitores LEYDEN 40PTA250 de 25 kVAr y otra automática de 300 KVAR compuesta por 6 pasos de 50kVAr, y estos a su vez formados por dos capacitores LEYDEN 40 PTA250 de 25 KVAR, cada paso conectado con un contactor que es accionado por el relé varimétrico de control.

En esta variante se garantiza una adecuada compensación durante la mayor parte de, la jornada, salvo en el "pico" vespertino en que hay sub-compensación.

En general el criterio que se adopta para repartir la parte fija y automática, es aproximadamente 25% y 75% respectivamente, aunque en realidad esto depende del transformador desde el cual se alimenta la planta pudiéndose adoptar hasta un 15% de la potencia nominal de dicho transformador para el banco fijo. Siempre que sea posible se debe colocar una base fija de modo tal que el banco de compensación automático trabaje a partir de un cierto nivel de carga en la planta, evitando de este modo el peligroso fenómeno de "bombeo" en el banco automático.

d2) Se utiliza la misma batería automática de 300kVAr que en el caso anterior, pero en vez de instalar una batería fija, los 100kVAr correspondientes, se distribuyen conectándolos directamente a las barras de los tableros seccionales, aliviando de este modo los cables de alimentación a cada uno de ellos y lográndose el mismo efecto desde el punto de vista de la facturación de energía.

+ Nota: Para una mayor información acerca de estos modelos consultar folleto "Capacitores de potencia LEYDEN con diseño antiexplosivo".

3.2. Instalaciones sin medición de energía reactiva.

Se requiere medir:

- La potencia activa promedio en base a la energía consumida
- La potencia activa por el método descrito en 3.1. recurriendo al medidor, por medio de una pinza wattimétrica, cofimétrica ó un analizador de energía
- La corriente, por medio de una pinza amperométrica ó un analizador de energía
- La tensión, por medio de un voltímetro.

Las mediciones b); c) y d) conviene efectuarlas en distintos momentos de un día que pueda considerarse típico o si se dispone de una analizador de energía con registro periódico, efectuar una medición con registro cada 15 minutos.

Una vez que se dispone de estos datos, se calcula el factor de potencia recurriendo a la siguiente expresión:

$$\cos \varphi = \frac{P \text{ [kW]} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U \text{ [V]} \cdot I \text{ [A]}}$$

conociendo P (kW) y el. $\cos\varphi$ en diferentes momentos y cuál es el $\cos\varphi$ deseado se recurre

EL FACTOR DE POTENCIA Y SU COMPENSACION EN INSTALACIONES DE BAJA TENSION

a la tabla N° 1 para calcular la potencia reactiva necesaria en dichos momentos.

EJEMPLO N°3: Un comercio que permanece abierto 9 horas diarias de lunes a viernes y 4 horas los sábados tenía un consumo mensual de 9.830 Kw/h. Durante una medición de control la compañía distribuidora de energía comprobó un $\cos \varphi = 0,68$ e intimó al usuario a llevar el factor de potencia por encima de 0,85.

a) Cálculo de la potencia activa promedio :

$$P = \frac{9830 \text{ kWh}}{(22 \text{ d} \cdot 9 \text{ hs/d} + 4 \text{ d} \cdot 4 \text{ hs/d})} = \frac{9830 \text{ kWh}}{214 \text{ hs}} = 46 \text{ kW}$$

b) Determinación del factor de potencia:

Se efectuaron dos mediciones de potencia, recurriendo al medidor de energía, por el método descrito en 3.1. y de corriente con una pinza amperométrica.

b1) Primera medición.

$$P = \frac{60 \text{ (min./h)} \times 8 \text{ (Vuelta min.)}}{10 \text{ (vueltas/Kwh)}} = 48 \text{ kW}$$

$$I = 110 \text{ A (Medidos con pinza) .}$$

$$U = 380 \text{ A (Medidos con pinza) .}$$

$$\cos \varphi = \frac{48000}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V} \cdot 110 \text{ A}} = 0.66$$

b2) Segunda medición.

$$P = \frac{60 \text{ (min./h)} \times 7 \text{ (Vuelta min.)}}{10 \text{ (vueltas/Kwh)}} = 42 \text{ kW}$$

$$I = 90 \text{ A (Medidos con pinza) .}$$

$$U = 380 \text{ A (Medidos con pinza) .}$$

$$\cos \varphi = \frac{42000}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V} \cdot 110 \text{ A}} = 0.71$$

c) Determinación de la potencia reactiva capacita necesaria:

Se recurre a la Tabla N°1 y se adopta como factor de potencia deseado 90%.

c1) Para la primera medición (66 % a 90 %):

$$Q \text{ (kVAr)} = 0.654 \times 48 = 31.4 \text{ kVAr}$$

c2) 'Para la segunda medición (71 % a 90 %):

$$Q \text{ (kVAr)} = 0.508 \times 42 = 21.3 \text{ kVAr}$$

c3) Teniendo en cuenta el consumo promedio:

En este caso no conocemos el factor de potencia promedio correspondiente a los 46 kW de consumo promedio, pero, si calculamos el $\cos\phi$ promedio de las dos mediciones tenemos:

$$\cos\phi = (0.66 + 0.71) / 2 = 0.685$$

valor que coincide prácticamente con el comprobado por la compañía de electricidad, por lo tanto se adopta como valor promedio: $\cos\phi = 0,68$

$$Q \text{ (kVAr)} = 0.595 \times 46 = 27.4 \text{ kVAr}$$

d) Solución Adoptada:

Se adopta el valor próximo superior de 30kVAr , recurriendo a la instalación de un banco fijo Leyfix formado por dos capacitores de 15kVAr. En el caso de reglamentaciones muy estrictas en cuanto a la regulación de la potencia reactiva , se puede emplear un equipo automático de la misma potencia.

SI DESEA EFECTUAR CALCULOS DE FACTOR DE POTENCIA EN FORMA MAS RAPIDA, SEGURA Y CON IMPRESIÓN DE UN INFORME DETALLADO SOLICITE NUESTRO SOFTWARE DE CALCULO SIN CARGO.

- Ante cualquier duda, por favor consúltenos. Un equipo de profesionales expertos le dará toda la información que necesite y lo ayudará a diseñar su instalación de compensación:

LEYDEN S.A.

Anchoris 273 - 1280 Buenos Aires - Argentina

TE:(+54-11)4304-1056;

Fax:(+54-11) 4306-9950

E-mail: info@leyden.com.ar

Website: www.leyden.com.ar