

¿Ha pensado en el factor de Potencia cuando tuvo alguno de estos problemas ?

En la mayoría de los casos cuando actúan interruptores o fusibles se hecha la culpa a la mayor carga conectada y generalmente se piensa en ampliar la potencia del transformador sin antes verificar el Factor de Potencia.

¿COMO SOLUCIONAR ESTE PROBLEMA ?

Los excesivos consumos de energía reactiva pueden ser compensados con **CAPACITORES**.

Estos elementos eléctricos que, instalados correctamente y con el valor adecuado, compensan la energía reactiva necesaria requerida por la instalación interior, elevando el Factor de Potencia por sobre los valores exigidos. Estos elementos deben ser conectados por instaladores electricistas habilitados ya que este tema presenta cierta complejidad.

COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

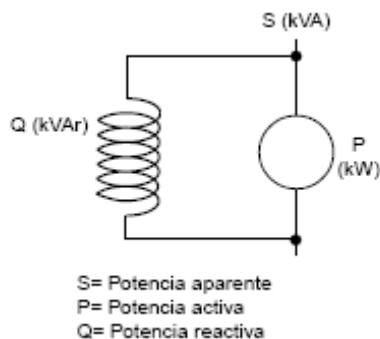
Naturaleza de la Energía Reactiva

Todas las máquinas eléctricas (motores, transformadores.....) alimentadas en corriente alterna necesitan para su funcionamiento dos tipos de Energía.

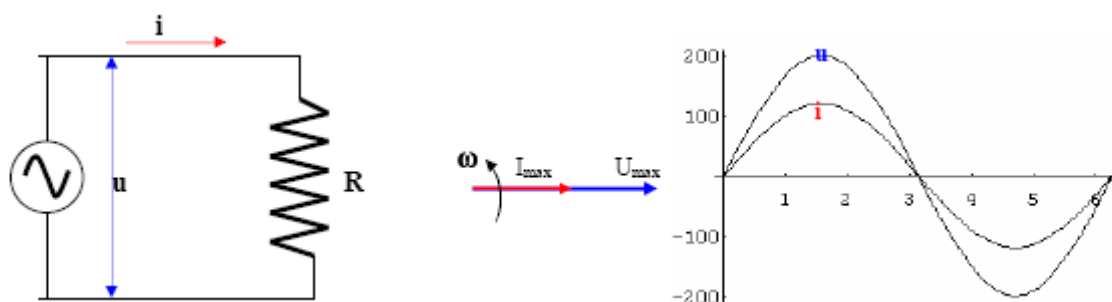
Energía Activa : Es la que se transforma íntegramente en trabajo o en calor (pérdidas).
Se mide en Kw/h.

Energía Reactiva: Se pone de manifiesto cuando existe un trasiego de energía activa entre la fuente y la carga. Generalmente esta asociada a los campos magnéticos internos de los motores y transformadores. Se mide en Kvar/h. Como esta energía provoca sobrecarga en las líneas transformadoras y generadoras, sin producir un trabajo útil, es necesario neutralizarla o compensarla.

Los capacitores generan energía reactiva de sentido inverso a la consumida en la instalación. La aplicación de estos neutraliza el efecto de las perdidas por campos magnéticos
Al instalar capacitores se reduce el consumo total de energía (activa + reactiva).

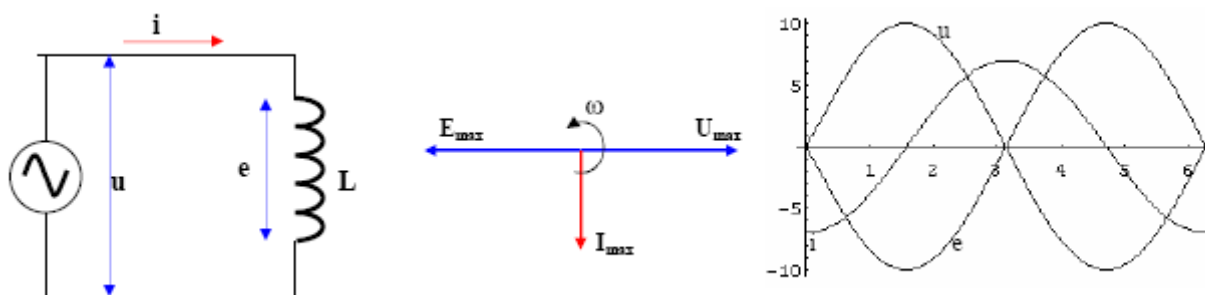


Circuito resistivo



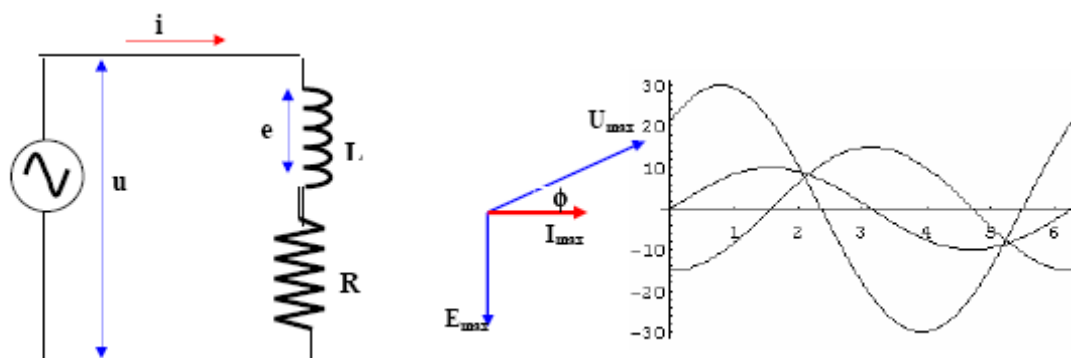
Tenemos la energía provista por la prestadora o por un generador y una carga aplicada, en este caso si la carga es RESISTIVA la corriente y la Tensión tienen un ángulo de desfase de 0°

Circuito Inductivo Puro



Tenemos la energía provista por la prestadora o por un generador y una carga aplicada, en este caso si la carga es INDUCTIVA (motor) la corriente y la Tensión tienen un ángulo de desfase de 90°

Circuito Inductivo real



Tenemos la energía provista por la prestadora o por un generador y una carga aplicada, en este caso si la carga es INDUCTIVA y RESISTIVA, la corriente y la Tensión tienen un ángulo de desfase de ϕ . Este es el caso de una carga real.

El coseno fi, o “factor de potencia” es una característica de la carga, es decir del dispositivo conectado a la fuente o red de corriente alterna. No es ni más ni menos que el **coseno del ángulo con que se desfasan la tensión y la corriente**. Mientras las bobinas (cargas Inductivas) producen un retraso de la corriente respecto de la tensión, los condensadores (cargas capacitivas) producen un adelantamiento de la corriente respecto de la tensión, esto lo veremos más adelante.

Las razones por las cuales estas cargas producen estos efectos, están asociadas con las leyes propias de los dispositivos y en última instancia con el intercambio energético de los mismos con la red o fuente. Ahora bien, como dijimos el coseno fi depende solo de la carga, cuanto mayor sea la caída de tensión de la resistencia en relación con la Fem. de la bobina, menor será el ángulo de desfasaje y por ende mayor el coseno fi, es muy claro entonces que el máximo coseno fi, y por ende el menor desfasaje, corresponde a una carga puramente resistiva (ángulo 0, coseno fi =1), mientras que el menor coseno fi, y por ende el mayor desfasaje, corresponde a una carga inductiva pura (ángulo 90°, coseno fi = 0), pero en realidad no existe ninguno de estos extremos, la carga inductiva pura implicaría una bobina sin resistencia eléctrica y la carga resistiva pura implicaría una resistencia sin inductancia, es decir sin campo, lo cual es intrínseco a la corriente, pero podemos acercarnos a estos extremos tanto como se quiera (o se pueda).

Debe quedar claro que el fenómeno fundamental es el **desfasaje**, y en particular para las cargas inductivas el atraso de la corriente respecto de la tensión aplicada (no de la Fem, autoinducida), y este desfasaje se podrá medir directamente en grados, en radianes, mediante el seno del ángulo, mediante la tangente del ángulo, o mediante el coseno del ángulo. Cualquiera de éstos sería un parámetro aceptable para la cuantificación del fenómeno.

Por qué se lo hace mediante el coseno ?

Por convención y por comodidad en las mediciones, ya que el coseno interviene en la fórmula de la potencia activa o consumida por la carga, y entonces midiendo la potencia, en Watt digamos, se puede calcular fácilmente el cos fi, conociendo la tensión aplicada (V) y la corriente (I). Ver fórmula mas abajo expresada.

$$P_{Activa} = V . I . \cos \varphi \rightarrow \cos \varphi = \frac{P_{Activa}}{V . I}$$

Por que hay que mejorar el Coseno fi de la instalación

Por el momento queremos destacar que el bajo factor de potencia en un usuario trae toda una gama de “graves inconvenientes” para el sistema de generación y distribución de la energía. Un factor de potencia bajo implica una carga muy reactiva.

Señalaremos cuatro graves consecuencias.

1. Un bajo factor de potencia implica la utilización de generadores y de transformadores de mayor potencia para la misma carga
2. Un bajo factor de potencia implica una fuerte disminución del rendimiento en los generadores y transformadores con el consiguiente desperdicio de combustible y pérdidas económicas.

3. Un bajo factor de potencia implica que la corriente de la red será mayor, con la consiguiente pérdida de energía por efecto Joule en la red de alimentación, además de la necesidad de incrementar la sección de los conductores, con la consiguiente pérdida económica.
4. Un bajo factor de potencia implica que la corriente de la red será mayor y por lo tanto también lo serán las caídas de tensión en los conductores de la red de alimentación en las máquinas.

Entre las causas que producen un bajo factor de potencia mencionaremos:

- A. La utilización incorrecta de los motores, es decir poco cargados que funcionan muy por debajo de su potencia nominal.
- B. La elección incorrecta de los motores, a igualdad de potencia mecánica siempre es preferible la utilización de motores de mayor velocidad, debido a que generan menores pérdidas.
- C. El aumento de la tensión de red, lo cual hace que aumenten las componentes magnetizantes de las máquinas.
- D. Reparación incorrecta de los motores, cambios estructurales que aumenta los flujos de dispersión de las máquinas.

Ventajas de la COMPENSACION

- **Reducción de los recargos en las facturas.**

Las compañías eléctricas aplican recargos o penalizaciones al consumo de energía reactiva con objeto de incentivar su corrección.

- **Reducción de las caídas de tensión.**

La instalación de condensadores permite reducir la energía reactiva transportada disminuyendo las caídas de tensión en la línea.

- **Reducción de la sección de los conductores**

Al igual que en el caso anterior, la instalación de condensadores permite la reducción de la energía reactiva transportada y en consecuencia es posible, a nivel de proyecto, disminuir la sección de los conductores a instalar.

En la tabla se muestra la reducción de la sección resultante de una mejora del $\cos \phi$ transportando la misma potencia activa.

Cos ϕ	Factor reducción
1	40%
0.8	50%
0.6	67%
0.4	100%

- **Disminución de la pérdidas**

Al igual que en el caso anterior, la instalación de condensadores permite reducir las pérdidas por efecto Joule que se producen en los conductores y transformadores.

$$\frac{P_{cu \text{ final}}}{P_{cu \text{ inicial}}} = \frac{\cos^2 \phi_{\text{inicial}}}{\cos^2 \phi_{\text{final}}}$$

Ejemplo: La reducción de pérdidas en un transformador de 630 Kva $P_{ca} = 6500 \text{ W}$, al pasar de $\cos \phi_{\text{inicial}} = 0.7$ a un $\cos \phi_{\text{final}} = 0.98$ será :

$$P_{cu \text{ final}} = 6500 \times (1 - (0.7/0.98)^2) = 3184 \text{ W}$$

- **Aumento de la potencia disponible en la instalación**

La instalación de condensadores permite aumentar la potencia disponible en una instalación sin necesidad de ampliar los equipos como cables, aparatos y transformadores.

Esto es consecuencia de la reducción de la Intensidad de corriente que se produce al mejorar el factor de potencia.

Tipos de potencia

- **Potencia Activa (P)**

Es la potencia capaz de desarrollar trabajo útil.

Es motivada también por dispositivos de tipo resistivo.

La origina la componente de la corriente que esta en fase con el voltaje.

Sus unidades son Kw o Mw.

Se calcula como $P = V_{rms} \cdot I_{rms} \cos \phi$ (rms = valores eficaces)

- **Potencia Reactiva (Q)**

Genera campos magnéticos y campos eléctricos.

Es originada por dispositivos de tipo inductivo y de tipo capacitivo.

La origina la componente de la corriente que esta a 90° con el voltaje en adelanto o en atraso.

Sus unidades son KVAr o MVAr.

Se calcula como $Q = V_{rms} \cdot I_{rms} \sin \phi$

- **Potencia Aparente**

Es la potencia total que requiere la carga.

Es la potencia total que puede entregar generadores, transformadores y UPS.

Se obtiene por medio de la suma vectorial de la potencia activa y la reactiva.

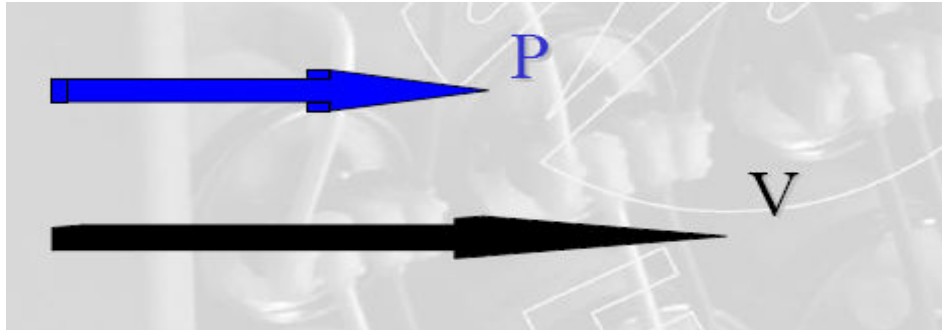
Con esta potencia los equipos eléctricos alcanzan su calentamiento máximo permisible.

Sus unidades son los KVA o MVA.

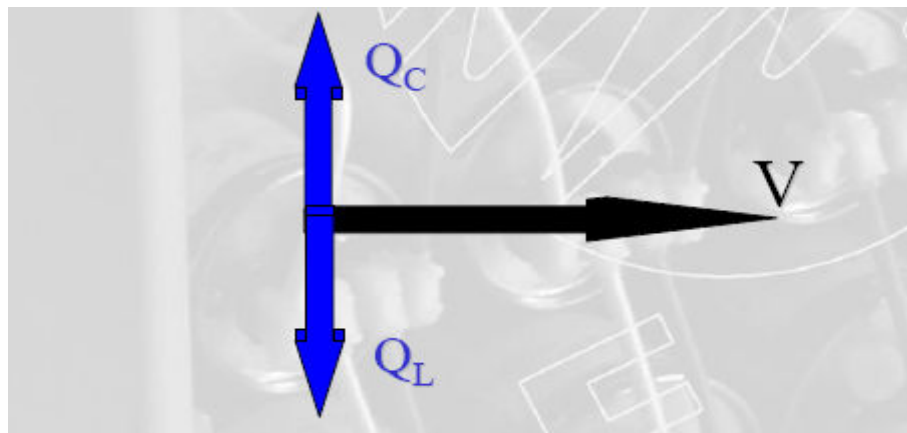
Se calcula como $S = V_{rms} I_{rms}$

Representación vectorial de la potencia

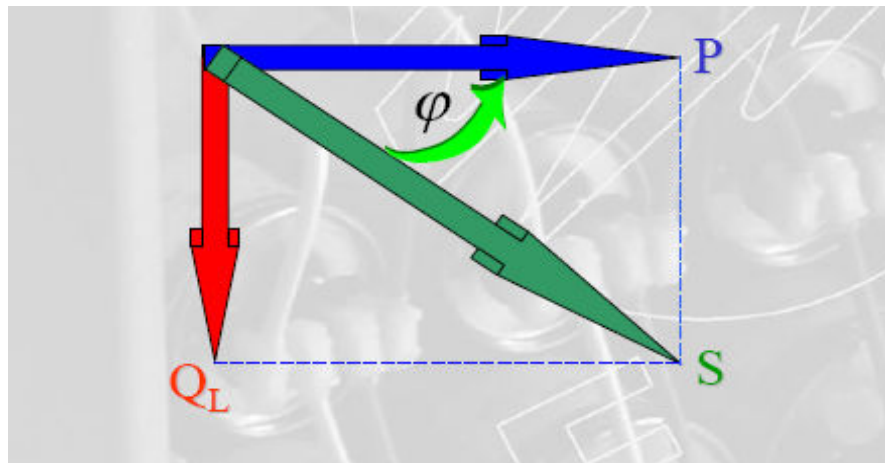
- La potencia activa P , por originarse por la componente resistiva, es un vector a 0° grados.



- La potencia reactiva Q , por originarse por la componente inductiva o capacitiva, es un vector a 90° en adelante o en atraso respectivamente.

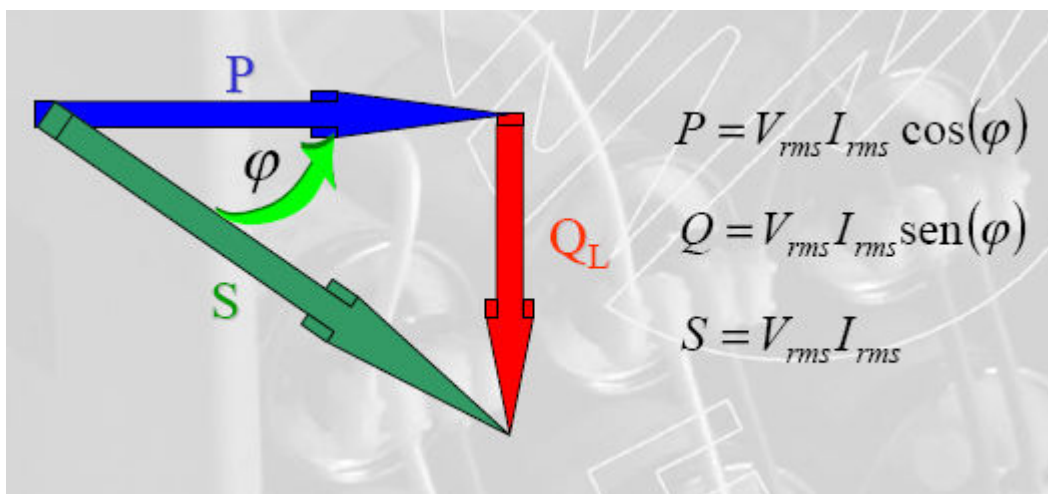


- La potencia aparente S , por ser la potencia total es el vector resultante de sumar la potencia activa y la potencia reactiva.



Triangulo de potencias

Se forma por las representaciones vectoriales de la potencia activa P, potencia reactiva Q y potencia aparente S.



Factor de Potencia

Es la relación de la potencia activa P con la potencia aparente S.

$$fp = \frac{P}{S}$$

Es la proporción de potencia que se transforma en trabajo útil (P) de la potencia total (S) requerida por la carga.

Bajo condiciones de Voltajes y corrientes senoidales el factor de potencia es:

$$fp = \cos(\varphi)$$

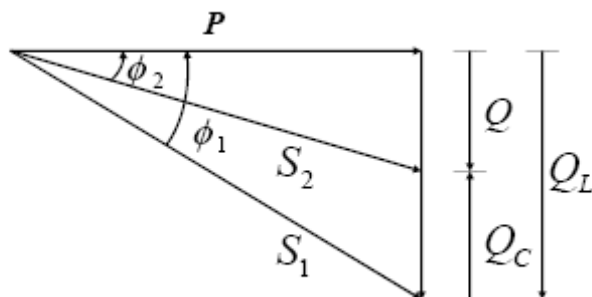
Los resistores puros tienen un factor de potencia unitario	fp = 1
Los inductores puros tienen un factor de potencia cero	fp = 0
Los capacitores puros tienen factor de potencia cero	fp = 0

Las cargas de tipo resistivo-inductivo tienen un factor de potencia entre 0 y 1

El factor de potencia de las cargas de tipo “resistivo – inductivo” está en atraso y se denomina “de tipo inductivo”

El factor de potencia de las cargas de tipo “resistivo – capacitivo” esta en adelanto y se denomina “de tipo capacitivo”.

COMPENSACION DE POTENCIA



En la figura anterior se tiene:

- Q_L es la demanda de reactivos de un motor y S_1 la potencia aparente correspondiente.
- Q_C es el suministro de reactivos del capacitor de compensación.
- La compensación de reactivos no afecta el consumo de potencia activa, por lo que P es constante.
- Como efecto del empleo de los capacitores, el valor del ángulo ϕ_1 se reduce a ϕ_2 .
- La potencia aparente S_1 también disminuye, tomando el valor de S_2 .
- Al disminuir el valor del ángulo ϕ se incrementa el factor de potencia.

Cargas típicas en la Industria y el Comercio

Transformadores	Soldaduras
Motores de inducción	Hornos de inducción
Reguladores	Balastos
Aires Acondicionados	Alumbrado fluorescente
Equipo electrónico	Variadores de velocidad

Cargas típicas con factor de potencia inductivo

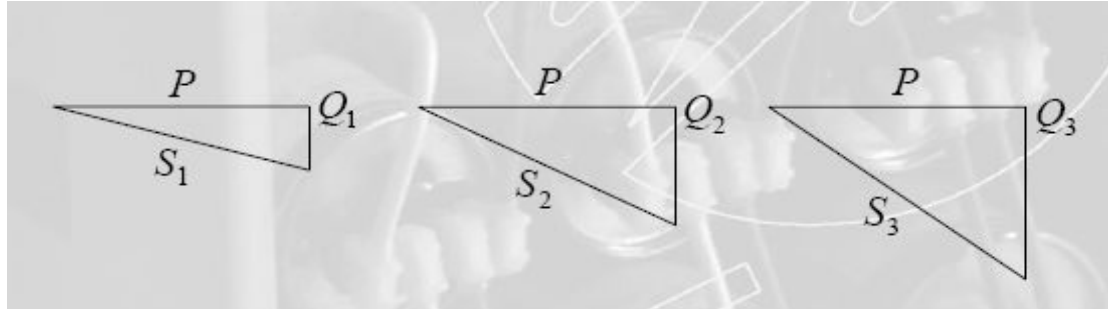
Transformadores	Hornos de inducción
Motores de inducción	Balastos
Aires Acondicionados	Variadores de velocidad
Soldadoras	

Factores de potencia típicos de la Industria y el Comercio

Textil	0.65 - 0.75	Hoteles	0.75 - 0.94
Química	0.65 - 0.75	Bancos	0.96 - 0.99
Maquinaria	0.40 - 0.65	Periódicos	0.79 - 0.95
Soldadoras de arco	0.35 - 0.60	Plantas de Corrugados	0.82 - 0.98
Hornos de arco	0.70 - 0.90	Ofic. Servic. Emergencia	0.80 - 0.97
Hornos de inducción	0.15 - 0.40	Centros comerciales	0.80 - 0.95

Efecto principal del bajo factor de potencia

- **Aumento de la potencia aparente**
- **Incremento de la corriente**



Problemas que ocasiona el bajo Factor de Potencia de los usuarios a las suministradoras.

- Mayor consumo de corriente de los usuarios.
- Instalaciones utilizadas a una fracción de su capacidad.
- Mayores pérdidas eléctricas y caídas de tensión en alimentadores.
- Necesidad de invertir en instalaciones adicionales para satisfacer los aumentos de carga.

Beneficios de la compensación

Para el uso racional de la energía, es prioritaria la **Corrección del Factor de Potencia**. En la compra de artefactos y maquinarias existen algunas marcas que ya traen compensada esta energía a valores exigibles por las Prestadoras.

El mantenimiento de valores controlados del factor de Potencia redundara en su beneficio y en el de nuestra empresa, ya que

- Aumentara la vida útil de la instalación
- Evitará la penalización en la facturación.
- Mejorará la regulación de la tensión de suministro.
- Reducirá les pérdidas por recalentamiento en líneas y elementos de distribución.

Medios de corregir el Factor de Potencia

Colocar bancos de capacitores, compensando en forma “central”.

Colocar capacitores en cada motor, compensando en forma individual. (ver tabla)

Usar motores síncronos

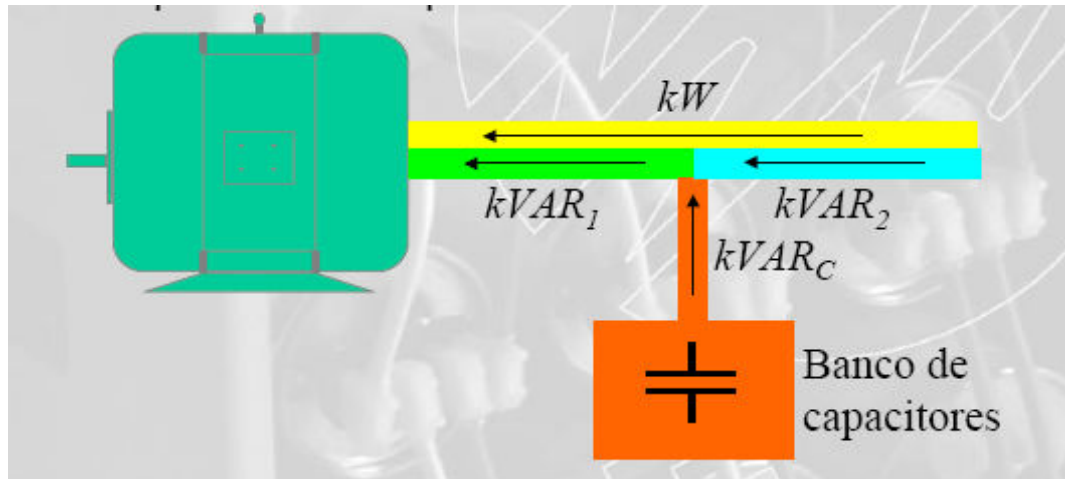
Colocar condensadores síncronos

Usar compensadores estáticos de VARS

Como el primero es el método más económico nos centraremos en esta solución ya que además, se pueden fabricar al tamaño necesario de la instalación.

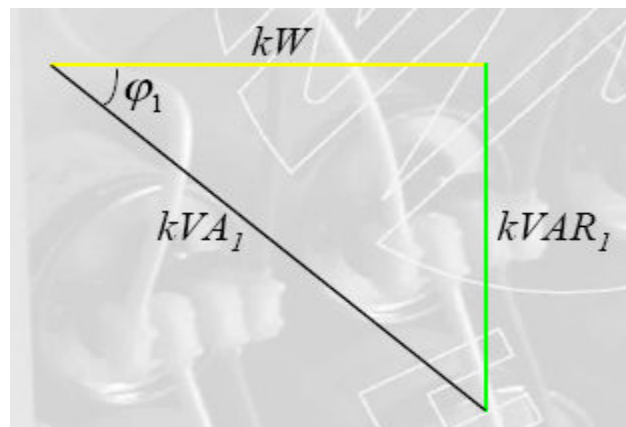
Como realizar la corrección del Factor de potencia con Bancos de Capacitores ?

Se conecta en derivación para aportar la potencia reactiva (Kvar)

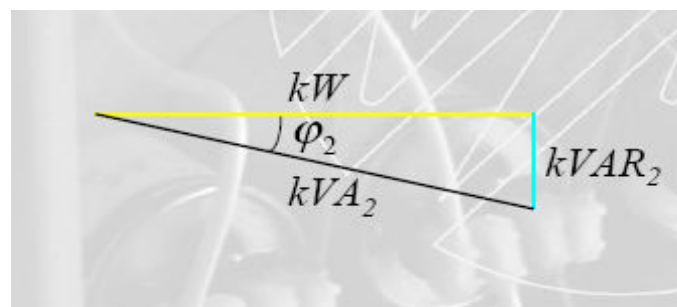


Si vemos el desarrollo vectorial para la corrección del Factor de Potencia tenemos:

Condición antes de efectuar la corrección



Condición del sistema eléctrico después de efectuar la corrección.



Tenemos que comprender claramente que la idea de “COMPENSAR” el Factor de Potencia es en definitiva tratar de hacer que la **POTENCIA APARENTE** sea casi la misma que la **POTENCIA ACTIVA**.

Para hacer ésto, debemos **reducir a su mínima expresión** el ángulo ϕ y para ello, colocamos cargas capacitivas con ese objetivo.

Como se comento anteriormente las conclusiones de tener un $\cos \phi$ NO adecuado o bajo, hace que tengamos una serie de inconvenientes en nuestra instalación y además provocamos que nuestro proveedor de energía nos deba proveer mayor potencia con lo que eso significa.

Calculo de la Potencia Reactiva

Lo que haremos es el desarrollo del cálculo para colocar un capacitor o banco de capacitores con el objeto de corregir el Factor de Potencia.

Es necesario conocer:

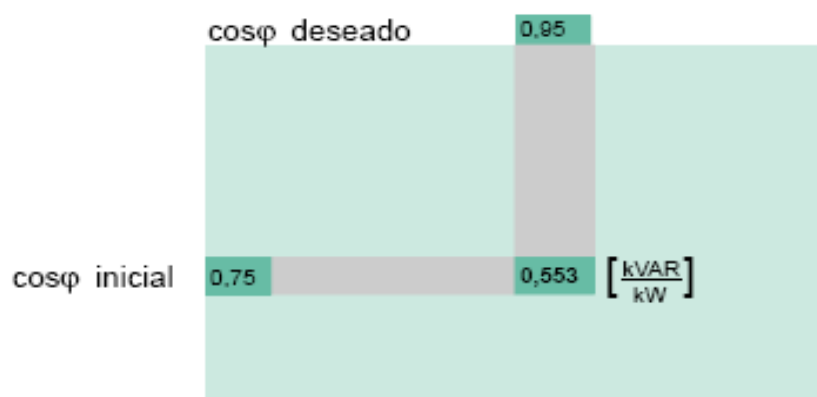
- La potencia activa consumida en Kw.
- El $\cos \phi$ inicial
- El $\cos \phi$ deseado.

Utilizamos la formula **$Q = P \times C$** .

C es el coeficiente adecuado para obtener el valor de Q.

Teniendo como dato el $\cos \phi$ inicial y sabiendo el que deseo tener obtengo de la tabla el valor de C.

Ver cuadro, en este caso **C= 0.553**



Por lo tanto si tuviéramos una instalación con :

$$P = 450 \text{ Kw}$$

$$\text{Cos } \phi \text{ inicial} = 0.75$$

$$\text{Cos } \phi \text{ deseado} = 0.95$$

$$Q = 450 \times 0.553 = 248.85 \text{ Kvar}$$

Deberíamos colocar en la instalación un banco de capacitores de 250 Kvar.

	FP deseado				
FP actual	0.8	0.85	0.9	0.95	1
0.3	2.43	2.56	2.695	2.851	3.18
0.4	1.541	1.672	1.807	1.963	2.291
0.5	0.982	1.112	1.248	1.403	1.732
0.6	0.583	0.714	0.849	1.005	1.333
0.7	0.27	0.4	0.536	0.692	1.02
0.8		0.13	0.266	0.421	0.75
0.9				0.156	0.484

Mas abajo tenemos la tabla correspondiente con todos sus valores.

Antes de la compensación		Potencia del condensador en kVAr a instalar por kW de carga para elevar el factor de potencia (cosφ) o la tgφ a:									
tgφ	cosφ	tgφ	0.59	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.32	0.29	0.25
		cosφ	0.88	0.9	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97
1.52	0.55		0.925	1.034	1.063	1.092	1.123	1.156	1.190	1.227	1.266
1.45	0.56		0.866	0.995	1.024	1.053	1.084	1.116	1.151	1.188	1.229
1.44	0.57		0.848	0.957	0.986	1.015	1.046	1.079	1.113	1.150	1.191
1.40	0.58		0.811	0.920	0.949	0.979	1.009	1.042	1.076	1.113	1.154
1.37	0.59		0.775	0.884	0.913	0.942	0.973	1.006	1.040	1.077	1.118
1.33	0.6		0.740	0.849	0.878	0.907	0.938	0.970	1.005	1.042	1.083
1.30	0.61		0.706	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970	1.007	1.048
1.27	0.62		0.672	0.781	0.810	0.839	0.870	0.903	0.937	0.974	1.015
1.23	0.63		0.639	0.748	0.777	0.807	0.837	0.870	0.904	0.941	0.982
1.20	0.64		0.607	0.716	0.745	0.775	0.805	0.838	0.872	0.909	0.950
1.17	0.65		0.576	0.685	0.714	0.743	0.774	0.806	0.840	0.877	0.919
1.14	0.66		0.545	0.654	0.683	0.712	0.743	0.775	0.810	0.847	0.888
1.11	0.67		0.515	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.816	0.857
1.08	0.68		0.485	0.594	0.623	0.652	0.683	0.715	0.750	0.787	0.828
1.05	0.69		0.456	0.565	0.593	0.623	0.654	0.686	0.720	0.757	0.798
1.02	0.7		0.427	0.536	0.565	0.594	0.625	0.657	0.692	0.729	0.770
0.99	0.71		0.398	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663	0.700	0.741
0.96	0.72		0.370	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635	0.672	0.713
0.94	0.73		0.343	0.452	0.481	0.510	0.541	0.573	0.608	0.645	0.686
0.91	0.74		0.316	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580	0.617	0.658
0.88	0.75		0.289	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553	0.590	0.631
0.86	0.76		0.262	0.371	0.400	0.429	0.460	0.492	0.526	0.563	0.605
0.83	0.77		0.235	0.344	0.373	0.403	0.433	0.466	0.500	0.537	0.578
0.80	0.78		0.209	0.318	0.347	0.376	0.407	0.439	0.474	0.511	0.552
0.78	0.79		0.183	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447	0.484	0.525
0.75	0.8		0.157	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.499
0.72	0.81		0.131	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395	0.432	0.473
0.70	0.82		0.105	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447
0.67	0.83		0.079	0.188	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343	0.380	0.421
0.65	0.84		0.053	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.395
0.62	0.85		0.026	0.135	0.164	0.194	0.225	0.257	0.291	0.328	0.369
0.59	0.86			0.109	0.138	0.167	0.198	0.230	0.265	0.302	0.343
0.57	0.87			0.082	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.316
0.54	0.88			0.055	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289
0.51	0.89			0.028	0.057	0.086	0.117	0.149	0.184	0.221	0.262
0.48	0.9				0.029	0.058	0.089	0.121	0.156	0.193	0.234

Tenemos además de éste otro método para calcular el **banco de capacitores**, a partir del recibo de la compañía eléctrica.

En ella se ve claramente la Energía Activa consumida en sus 3 períodos Resto, Valle y Punta. También se ve la Energía Reactiva consumida.

Se procede de la siguiente forma.

1-Energia Activa Total

$$Ea = E_{\text{resto}} + E_{\text{valle}} + E_{\text{punta}}$$

2- Calculamos la $Tg \phi$

$$Tg \phi = Er / Ea$$

3 - Calculamos el valor de reactiva necesario

$$Q = \frac{Ea}{T} (Tg \phi_{\text{actual}} - Tg \phi_{\text{deseado}})$$

Donde T es la cantidad de horas de trabajo en el período de medición.

Para obtener la $tang \phi$ a partir del $cos \phi$ utilizamos la tabla anterior.

Una vez obtenido el Q en KVAR estamos en condiciones de saber que capacitores o banco de capacitores deberemos colocar para llevar el Factor de Potencia al solicitado por la compañía.

Banco fijo de capacitores con ITM



Relevador de corrección de factor de potencia



Banco automático de capacitores



En caso que optemos por compensaciones puntuales en cada motor, observemos la tabla expuesta mas abajo, en donde figuran los valores de los capacitores a colocar según Cv o Kw del motor.

CAPACITORES NECESARIOS PARA COMPENSAR MOTORES ASINCRONICOS TRIFASICOS 3 X 380 V – 50 HZ

Potencia en el eje		Velocidad sincrónica	Corriente a plena carga	Cos fi a plena carga	Potencia reactiva de vacío	Capacitor para compensación óptima
CV	Kw	r.p.m.	A			
1	0.75	750	2.48	0.67	0.8	0.56
		1000	2.28	0.72	0.74	0.52
		1500	2.04	0.75	0.54	0.38
		3000	1.84	0.82	0.39	0.28
1.5	1.1	750	3.48	0.67	1.34	0.94
		1000	3.28	0.72	1.03	0.72
		1500	2.76	0.8	0.93	0.65
		3000	0.55	0.86	0.51	0.36
2	1.5	750	4.06	0.72	1.31	0.91
		1000	3.98	0.76	1.22	0.85
		1500	3.60	0.81	1.1	0.77
		3000	3.42	0.86	0.51	0.37
3	2.2	750	6.00	0.71	2.17	1.52
		1000	5.53	0.77	1.46	1.02
		1500	5.15	0.82	1.32	0.92
		3000	4.93	0.87	0.64	0.45
4	3	750	7.81	0.72	2.9	2.03
		1000	7.46	0.76	2.22	1.55
		1500	6.95	0.82	1.92	1.34
		3000	6.29	0.9	0.81	0.57
5.5	4	750	10.22	0.72	3.56	2.67
		1000	9.88	0.76	2.66	2
		1500	8.60	0.84	2.07	1.55
		3000	8.14	0.9	0.89	0.66
7.5	5.5	750	13.80	0.73	4.49	3.37
		1000	13.50	0.76	3.48	2.61
		1500	11.75	0.83	2.47	1.85
		3000	11.31	0.88	0.91	0.69
10	7.5	750	18.23	0.74	5.77	4.33
		1000	16.85	0.78	4.45	3.33
		1500	15.65	0.84	3.40	2.55
		3000	14.96	0.90	1.08	0.81
15	11	750	25.82	0.77	7.33	5.86
		1000	24.52	0.81	5.64	4.51
		1500	22.00	0.86	4.03	3.22
		3000	22.04	0.88	2.21	1.76

Potencia en el eje		Velocidad sincrónica	Corriente a plena carga	Cos fi a plena carga	Potencia reactiva de vacío	Capacitor para compensación óptima
CV	Kw	r.p.m.	A			
20	15	750	33.80	0.78	9.99	8.00
		1000	31.48	0.81	6.72	5.38
		1500	30.06	0.84	5.80	4.64
		3000	28.84	0.88	2.90	2.32
25	18	750	38.00	0.86	8.89	7.56
		1000	38.20	0.81	8.61	7.32
		1500	38.10	0.84	5.90	5.02
		3000	34.76	0.89	4.12	3.50
30	22	750	44.00	0.86	12.14	10.32
		1000	45.38	0.83	10.46	8.96
		1500	44.62	0.84	7.54	6.41
		3000	41.78	0.89	5.67	4.81
40	30	750	60.00	0.85	14.57	12.38
		1000	58.00	0.86	12.66	10.76
		1500	56.85	0.87	11.05	9.40
		3000	56.43	0.88	7.79	6.62
50	37	750	75	0.80	20.73	17.62
		1000	71	0.87	15.00	12.75
		1500	70	0.86	13.84	11.76
		3000	70	0.88	9.94	8.45
60	45	750	89	0.82	23.47	19.95
		1000	86	0.86	18.77	15.95
		1500	84	0.88	15.46	13.14
		3000	83	0.90	10.75	9.14
75	56	750	108	0.84	26.84	22.81
		1000	103	0.87	21.72	18.46
		1500	102	0.86	20.17	17.14
		3000	103	0.90	13.34	11.34
100	75	750	140	0.85	34.00	28.90
		1000	141	0.86	30.79	26.16
		1500	138	0.87	26.36	22.40
		3000	140	0.88	19.67	16.80

He recopilado información y he tratado de ser lo más claro posible en los conceptos vertidos, agradezco a los especialistas en el tema. Particularmente pienso que la dinámica de la tecnología hará que este tema sea de constante avance tecnológico.



Eduardo Pincolini

Ing. Eduardo Pincolini es un Dinámico consultor y asesor, de Empresas que venden servicios o producen insumos, ayudándolas a mejorar sus instalaciones, en forma global.

Una de sus especialidades es el tema Eléctrico & Energético

*Sus artículos y asesoramientos han hecho tomar conciencia de algunos **Costos Improductivos**, que por supuesto se pueden detectar para luego evitar, lo cual redundará a la postre en un ahorro de dinero.*

Sus artículos aparecen en revistas Técnicas de Argentina y en Revista www.enplenitud.com linck Rentabilidad y Ventas