

CLASE 3 / ELECTRICIDAD



TEMA

Fundamentos teóricos: Factor de Potencia.

OBJETIVOS

- ✓ Conocer el Factor de Potencia o $\cos(\phi)$.
- ✓ Saber cómo poder obtener o medir el Factor de Potencia de una carga o instalación.



DESARROLLO DE LA CLASE

1. ¿QUE ES EL FACTOR DE POTENCIA (FP)?

Se puede decir que es un indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica. Es decir, es una medida de la eficiencia o rendimiento de un equipamiento eléctrico (ej.: motor, electrodoméstico, etc.).

Recordando los conceptos de Potencia Eléctrica para Corriente Alterna (*Ficha 2*):

- Potencia Eléctrica: Es la capacidad de producir o demandar energía de una máquina eléctrica, equipo o instalación en un determinado tiempo.

En todo circuito eléctrico, para el funcionamiento de los equipos y máquinas se encuentran presente las siguientes potencias:

- Potencia Aparente (S) Unidad de medida [VA]
- Potencia Activa (P) Unidad de medida [W]
- Potencia Reactiva (Q) Unidad de medida [VAR]

El Factor de Potencia puede **tomar valores entre 0 y 1**, lo que significa que:



Por ejemplo, si el Factor de Potencia (FP) es 0,85 (valor recomendado en Provincia de Buenos Aires) indica que del total de la energía obtenida desde la Distribuidora, sólo el 85 % de esa energía es aprovechada por los equipos eléctricos (Energía Activa), mientras que el 15 % restante es energía que se desaprovecha (Energía Reactiva).

Resumiendo el ejemplo, si tenemos una instalación eléctrica donde el $FP = 1$, diremos que aprovechamos al 100% la energía recibida desde la Distribuidora. Caso contrario, cuanto más bajo sea el FP, mayor energía desaprovecharemos.

Miremos el caso con un ejemplo no tan eléctrico:



El total del vaso es la **POTENCIA APARENTE**, conformada por la **POTENCIA ACTIVA** y la **POTENCIA REACTIVA**.

Ahora bien, sabiendo esto,



¿Por qué no tenemos aparatos, máquinas, electrodomésticos, iluminación, etc., que tenga el FP mayor que 0,85 o igual a 1?

En artefactos tales como lámparas incandescentes (de filamento, ya fuera de circulación), planchas, calefón, horno eléctrico y estufas eléctricas, toda la energía que requieren para su funcionamiento se transforma en energía lumínica o energía calórica, en estos casos el **Factor de Potencia toma valor 1 (100 % energía activa)**.

	Potencia = 2000W 220V / 50Hz FP = 1
	Potencia = 100W 220V / 50Hz FP = 1
	Potencia = 1500W 220V / 50Hz. FP = 1

En otros artefactos, por ejemplo lavarropas, heladeras, equipos de aire acondicionado, ventiladores y todos aquellos que poseen un motor o bobinas para su funcionamiento, como también los tubos fluorescentes, entre otros, una parte de la energía se transforma en energía mecánica, frío o calor, luz o movimiento (**energía activa**), y la parte restante requiere otro tipo de energía, llamada **energía reactiva**, que es necesaria para su propio funcionamiento, en campos electromagnéticos. En estos casos, el Factor de Potencia toma valores menores a 1.

	POTENCIA = 150W 220V / 50Hz FP = 0.80
	POTENCIA = 40 - 60 - 105 W 220V / 50Hz FP = 0.45
	POTENCIA = 588W 220V / 50Hz FP = 0.85
	POTENCIA = 1330W 220V / 50Hz FP = 0.60



¿Cuáles son las consecuencias de un bajo factor de potencia?

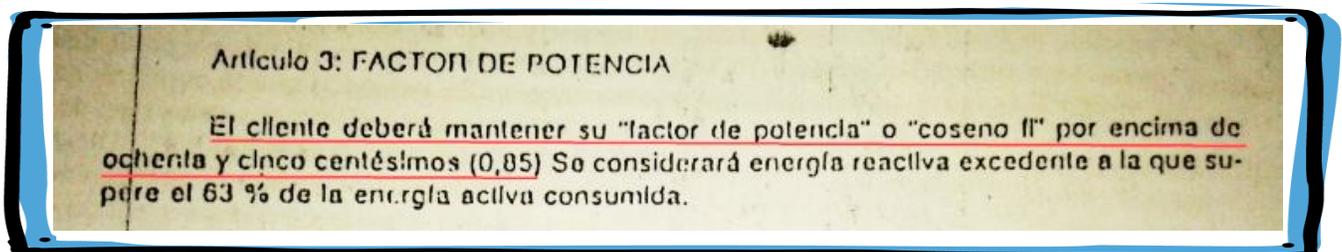
Un bajo factor de potencia produce una mayor circulación de corriente eléctrica en sus instalaciones y en la red de distribución, trayendo consigo daños por efectos de sobrecargas. Esto también provoca variaciones de tensión, afectando el rendimiento y funcionamiento de sus artefactos eléctricos.

- ✓ Provoca daños por efecto de sobrecargas.
- ✓ Aumentan las pérdidas por recalentamiento.
- ✓ Aumenta la potencia aparente entregada por el transformador para igual potencia activa utilizada. (Es decir disminuye su capacidad de alimentación de cargas).



¿Cuál es el valor aceptable de factor de potencia según la norma vigente?

En la provincia de Buenos Aires, el valor aceptable para FP es igual a o mayor a 0,85, de acuerdo al régimen tarifario vigente del Marco Eléctrico Regulatorio de la Provincia.



Observación: Cuando el valor de Energía Reactiva supera el 63% de la Energía Activa, se comienza a tener excedente de esta energía.





¿Cómo se corrige el bajo factor de potencia?

El bajo factor de potencia o el consumo de energía reactiva, se corrige instalando correctamente en sus artefactos eléctricos elementos llamados capacitores, los cuales contrarrestan el efecto de energía reactiva y elevan el factor de potencia a valores aceptables.



¿Cómo y qué se factura?

Observando la factura de energía eléctrica se puede ver el detalle del consumo de **energía Activa y Reactiva** (en suministros con medidor digital). En la facturación para un inmueble residencial, el consumo tenido en cuenta para facturar, es la Energía Activa (medida en kWh/mes). Por su parte **la Energía Reactiva** se mide para controlar el FP promedio del usuario.

Cuando un suministro se encuentra con bajo FP (menor a 0,85), desde la Distribuidora se notifica **su valor al usuario** y un plazo de 60 días para su corrección. Caso contrario se cobra penalidad (Excedente de energía Reactiva). El recargo varía según **el valor de FP y se aplica al total de energía eléctrica** (cargo fijo + cargo variable en \$):

Factor de potencia menor a 0,85 y hasta 0,75: **10%**

Factor de potencia menor a 0,75: **20%**

Ejemplo de Usuario con baja Energía Reactiva consumida (Usuario con tarifa T1R1):

SU CONSUMO					
Información del medidor y unidades consumidas:					
Nro. Medidor	Concepto:	Lect Ant	Lect Actual	Lect. por	Consumo
500144884	Energía activa	5558	5625	1.000	67 R
500144884	Energía reactiva	2174	2178	1.000	4 R

Ejemplo de Usuario con exceso de consumo de Energía Reactiva (Usuario con tarifa T1G1):

SU CONSUMO					
Información del medidor y unidades consumidas:					
Nro. Medidor	Concepto:	Lect Ant	Lect Actual	Lect. por	Consumo
600009553	Energía activa	29902	30121	1.000	219 R
600009553	Energía reactiva	16633	16781	1.000	148 R

Se puede observar que la **Energía Reactiva es el 67,6% de la Energía Activa** y realizando el cálculo se obtiene que representa en promedio un **FP = 0,828 (se puede aproximar a 0,83)**. Por debajo de los 0,85 recomendados. De esta manera, pasado el tiempo de notificación de 60 días y si no se realizan las mejoras, se procede a facturar dicho excedente.

Corresponde facturar un excedente de **Energía Reactiva del 10%** de la Energía Total, dado que se encuentra por **debajo de 0,85** pero por **encima de 0,75**.

SU CUENTA		
Detalle de Facturación		Importe:
Cargo Fijo		283,61
Cargo Variable Sin Subsidio	219 kWh *4.3716\$/kWh	957,38
Exceso de Energía Reactiva		124,10
ICT Art. 5 MlySP Res 186/19		143,01
Subtotal Por Servicio Eléctrico sin Subsidio		1508,10

Total de Energía facturado = \$283,61 + \$957,38 = **\$1240,99**

Exceso de Energía Reactiva = 10% de Energía Total = 10% x \$1240.99 = **\$124,10**

ACLARACION: En ciertas bibliografías se menciona **Factor de Potencia y Coseno** de Phi, como la misma indicación; pero se debe aclarar que en ciertas ocasiones no resulta lo mismo. Esto se debe a instalaciones con presencia de componentes armónicas (debido a cargas no lineales como **variadores de frecuencia, fuentes conmutadas**, etc.). Aun así, los cálculos demuestran que en muchos casos, y más disponiendo de cargas que cumplen con **las normas de compatibilidad electromagnética**, el valor teórico del factor de potencia y coseno de phi es muy similar, pudiendo considerarlos idénticos en muchos casos.



¿Cuáles son las ventajas de corregir el Factor de Potencia?

- ✓ **REDUCCION DE RECARGOS EN FACTURAS:** Para incentivar la compensación se aplican recargos o penalizaciones por exceso de energía reactiva.
- ✓ **REDUCCION DE CAIDAS DE TENSION:** Se reduce la energía reactiva transportada por las líneas y por lo tanto la corriente que circula por dicha instalación.
- ✓ **REDUCCION DE SECCION DE CABLES:** Al reducir la potencia reactiva que se toma de la red (distribuidora), se reduce la corriente que circula.
- ✓ **REDUCCION DE PERDIDAS:** Provocadas por efecto Joule (calentamiento) en cables y transformadores.
- ✓ **AUMENTO DE POTENCIA EN TRANSFORMADORES:** La compensación permite aumentar la potencia disponible del transformador, sin necesidad de ampliar equipos, como cables aparatos o transformadores.

1. COMO MEDIR O CONOCER EL FACTOR DE POTENCIA DE UN APARATO

Si deseamos conocer el FP de una instalación o artefacto eléctrico del cual no tenemos indicación en su placa de características, se puede realizar midiendo directamente con un instrumento específico o calcularlo mediante mediciones eléctricas.

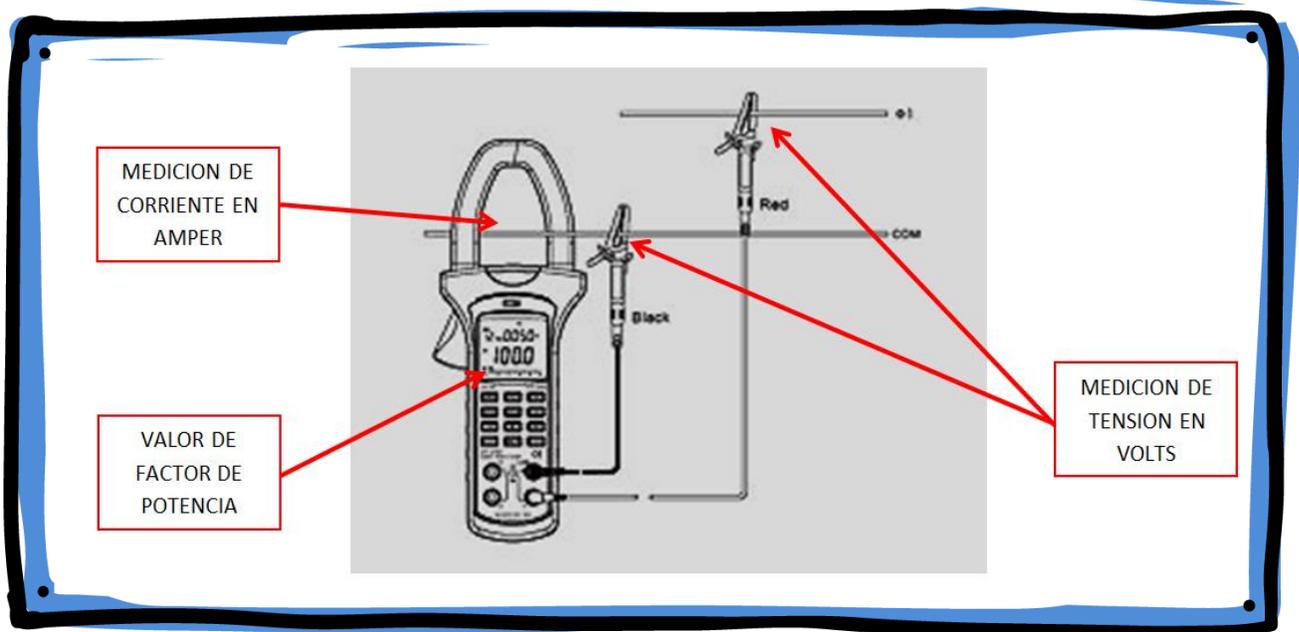
En próximas clases de tratará en mayor profundidad el tema de mediciones eléctricas.



MEDICION DIRECTA DEL COSENO DE PHI O FACTOR DE POTENCIA

Pinza cofimétrica: Es un instrumento similar a la pinza amperométrica, pero con la prestación especial de poder determinar **el valor de coseno de Phi en 1 o las 3 fases** (Si contamos con un sistema trifásico).

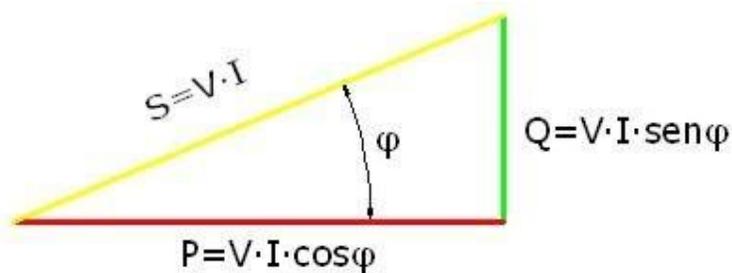
Para realizar la medición con la pinza, monofásico o trifásico, es necesario además de tomar **la medición de corriente**, medir tensión para que internamente pueda verificar el desfase entre estas variables y el valor será indicado en la pantalla directamente.





MEDICION INDIRECTA DEL COSENO DE PHI O FACTOR DE POTENCIA

Otra forma de obtener el FP de un aparato eléctrico o instalación es si, podemos tomar mediciones al mismo tiempo de la **potencia activa (W)**, de la **tensión (V)** y la **corriente (A)**. Y con las expresiones siguientes se puede determinar dicho factor.



$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P [W]}{V \cdot I [V \cdot A]}$$

Aclaración: es importante tomar las mediciones al mismo momento, dado que dependiendo del aparato medido, puede cambiar la **potencia activa (W)** según su estado de carga (ej.: todo artefacto que posea motores). Dado que varían su potencia dependiendo de la carga aplicada, no siendo lo mismo un motor en vacío a un motor a plena carga.



Por otra parte, si contamos con aparatos los cuales mantienen su potencia constante, ejemplo **tubo fluorescente, o un horno microondas**, podemos realizar los siguientes cálculos:

Tubo fluorescente (con balasto "común" electromecánico):

	<p>Potencia = 40W (dato fabricante) Tensión = 220V</p> <p>Corriente = 0,36A (medición)</p> <p>Entonces el $\cos \phi$ = $PS=40WV.I=40W220V.0,36A=0,5$</p> <p><i>Solo debimos medir la corriente y corroborar la tensión.</i></p>
---	--

Horno Microondas:

 	<p>Potencia = 900W (dato fabricante)</p> <p>Tensión = 220V</p> <p>Corriente = 6,29A (medición)</p> <p>Entonces el $\cos \phi$ = $PS=900WV.I=900W220V.6,29A=0,65$</p> <p>Solo debimos medir la corriente y corroborar la tensión.</p>
--	---

Actividad



Una vez que hayas leído la ficha, te invitamos a que analices las siguientes preguntas y las respuestas según lo que hayas comprendido del tema de hoy.

Recomendación: Leer la pregunta, pudiendo consultar cualquier duda o inquietud y realizar la respuesta según tu criterio o entendimiento.

Pregunta	Respuesta
Según el listado de aparatos entregado la clase pasada, cuales creen ustedes que tienen $FP = 1$ y cuales tienen el FP menor que 1. (Observando sus características técnicas o según su construcción)	Equipos con $FP=1$: Equipos con $FP<1$:
-Cuál es el valor límite (en porcentaje) de Potencia Reactiva con respecto a la Activa, que tienen en cuenta las Distribuidoras, para comenzar a multar con recargo en la factura. - Indicar el valor de FP aceptable en la Pcia. de Buenos Aires.	
Para un sistema monofásico, sabiendo que existen 3 potencias intervinientes: Si medimos la corriente que circula por el cable y la tensión, ¿Qué potencia eléctrica se obtiene al multiplicar dichos valores? ¿Y con qué unidad se mide?	($V \times I = ?$)
Para un equipo "X" realizamos las siguientes mediciones: $U=220V$ $I=10A$ FP o $\cos(\phi)=0,8$ $\text{sen}(\phi) = 0,6$	Obtener: Potencia Aparente = __ VA Potencia Activa = __ W Potencia Reactiva = __ VAR

Página de interés: Les dejamos una página de internet que aborda varios temas referidos a Factor de Potencia. <https://www.areatecnologia.com/electricidad/factor-de-potencia.html>



Recomendaciones para la resolución de la actividad

- ✓ Lee el texto de la clase y **tomá algunas notas aparte**, en una hoja o cuaderno.
- ✓ Con las notas que tomaste **armá tu respuesta**. Podés escribirla en el cuaderno sacarle una foto de calidad y enviarla, y/o compartirla en formato digital, ¡cómo te resulte más cómodo!
- ✓ Consultá lo que necesites, **no te quedes con ninguna duda**.
- ✓ No dejes de **leer lo que responden tus compañerxs**.



CIERRE DE LA CLASE

En esta clase empezamos a abordar el tema de **Factor de Potencia y sus complicaciones en las redes eléctricas**. Cómo identificar equipos o aparatos que puedan tener esta característica.

En la **próxima clase**, abordaremos como realizar la compensación de dichos aparatos, para evitar daños en la instalación y cargos extras en la factura eléctrica.

Una vez que desarrolles la actividad, te invitamos a completar **la autoevaluación**.





AUTOEVALUACIÓN

Como adelantamos en la **clase 1**, cada material va a tener un apartado de autoevaluación sobre lo que nos pareció cada clase y sobre cómo resolvimos las actividades. Nos interesan sus respuestas **para mejorar cada clase** y para que ustedes puedan hacer un repaso de lo aprendido antes de pasar a la siguiente clase.

Por esta razón, les pedimos que hagan **click en el siguiente link** donde encontrarán un cuadro similar al de **la clase 1**. Allí podrán marcar las opciones que les parezcan.

<https://forms.gle/una5mzwyXSExMBq29>

AUTOEVALUCIÓN DE LA CLASE			
ACERCA DE LA CLASE	SÍ	NO	¿POR QUÉ?
¿Tuviste dificultades para acceder al material? (por el celular o por otros medios)			
¿Tuviste dificultades para leer el material escrito?			
¿Crees que hay relación entre el tema de la clase y la actividad propuesta?			
Otras observaciones que quieras realizar.			
ACERCA DE LAS ACTIVIDADES	SÍ	NO	¿POR QUÉ?
¿Te resultó complicado realizar la actividad?			
¿Tuviste dificultades para enviar tu actividad por WhatsApp?			
¿Te diste un espacio para revisar lo realizado antes de entregar?			
Otras observaciones que quieras realizar.			

¡Nos vemos en una semana! Hasta próxima clase