

## DEFINITION OF POWER FACTOR

Inductive electrical loads demand more power than they convert to useful energy. Induction motors, for example, convert at most 80-90% of the delivered power into useful work or electrical losses.

The remaining power is used to establish an electromagnetic field in the motor. The field is alternately expanding and collapsing, thus the power drawn into the field in one instant is returned to the electric supply system in the next instant. The average power drawn by the field is zero.

The electrical current drawn by induction loads consists of two elements. The first of these is in-phase with the supply voltage. The second, and greater, element is out-of-phase with the supply voltage and lags the supply voltage by 90 electrically. The lagging current is primarily consumed to by the field windings of an induction motor. The total current drawn by a induction load is the vectorial sum of the in and out-of-phase elements.

The out-of-phase current has the effect of increasing the current demand of a motor. This, in turn, increases heating in cables and transformers supplying the motor.

The additional current also increases voltage drop across these components. It is necessary to oversize transformers, cables and other elements in the supply circuit to such induction loads. Such oversizing results in an increase in the cost of the installation.

Demand power, calculated by multiplying the total (vectorially summed) current drawn by a induction load and the rms value of the supply voltage, is termed "apparent power". Apparent power is measured in kilo-volt amperes (kVA).

The supply kVA is a measure of the capacity for which a system must be built.

Power consumed, calculated by multiplying the in-phase element of the current drawn by the rms value of the supply voltage, is termed "active power". Active power, is measured in kilowatts (kW). Power factor is the ratio of active power to apparent power:

$$\text{Cos } \varphi = \frac{\text{kW}}{\text{kVA}}$$

The highest possible power factor is 1.0, which means that 100% of the power delivered to the load is active power converted into useful energy.

Anything less than 1.0 indicates that the supply system must be built larger in order to serve the load.

Traditionally, concern for power factor has been almost exclusively linked with use of induction motors.

Now, facility engineers are also confronted with other non-linear loads.

Power electronic equipment, for example variable speed motor drives, uninterruptible power supplies, and induction furnaces, are the common types of non-linear loads. Arcing loads, for example arc-furnaces and arc-welders are also non linear.

Figure 1: Distorted current can be regarded as a sum of sinusoidal currents of various frequencies.

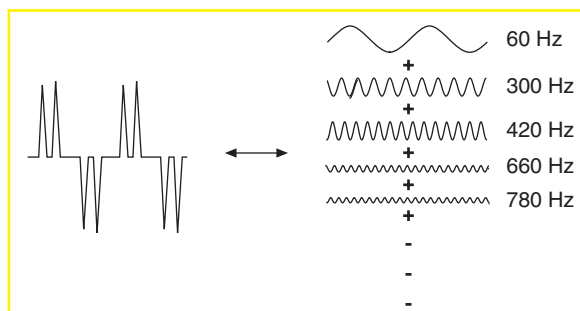


Figura 1: Las corrientes de distorsión puede ser considerado como la suma de corrientes sinusoidales de varias frecuencias.

## DEFINICIÓN DE FACTOR DE POTENCIA

Las cargas eléctricas inductivas requieren más potencia que la que convierten en energía útil. Los motores de inducción, por ejemplo, a lo sumo el 80 o 90% de la potencia en trabajo útil o en pérdidas eléctricas. La potencia restante es utilizada para establecer un campo electromagnético en el interior del motor. El campo es alternativo extendiéndose y contrayéndose, de este modo, la potencia dibujada en el campo en un instante es devuelta al subministro eléctrico en el siguiente instante. La potencia media dibujada por el campo es cero. La corriente eléctrica dibujada por corrientes inductivas consiste en dos elementos. El primero de estos es en fase con el subministro de voltaje. El segundo, y mayor elemento esta desfasado con el suministro de voltaje y retrasado con el suministro de voltaje en 90°. La corriente retrasada es primeramente consumida por el campo bobinado de un motor de inducción. La corriente total por una carga de inducción es la suma vectorial de los elementos en fase y desfase. La corriente desfasada tiene el efecto de incrementar la corriente demandada por el motor. Este, a su vez, incrementa el calentamiento en los cables y en los transformadores que suministran al motor. La corriente adicional también incrementa la caída de voltaje a través de estos componentes. Es necesario sobredimensionar los transformadores, cables y otros elementos en el circuito de suministro para semejantes cargas inductivas. Tales sobredimensionamiento resulta en un incremento en el coste de la instalación.

La potencia aparente se calcula multiplicando los valores eficaces de tensión por las corrientes y se mide en KVA.

El suministro kVA es una medida de la capacidad para la que un sistema debe ser construido. La potencia consumida, calculada multiplicando la corriente por los valores RMS de tensión del subministro, es denominado "potencia activa". La potencia activa, es medida en kilowatios (kW). El factor de potencia es el cociente entre la potencia activa y la potencia aparente:

El máximo factor posible es 1.0, lo que significa que el 100% de la potencia suministrada a la carga es potencia activa convertida en energía útil. Cualquier valor menor que 1, indica que el sistema de alimentación debe ser construido más grande en orden de servir a las cargas. Tradicionalmente, el establecimiento del factor de potencia ha estado casi exclusivamente vinculado con el uso de motores inductivos. Ahora, los ingenieros están también enfrentados con otras cargas no lineales. Equipos de electrónica de potencia, por ejemplo motores de elementos de velocidad variable, suministro no interrumpido de potencia UPS, y altos hornos de inducción, son los tipos más corrientes de cargas no lineales. Cargas de formación de un arco eléctrico, por ejemplo altos hornos por arco, y soldadura por arco son también cargas no lineales.

Like inductive loads, non-linear loads degrade power factor by “borrowing” and returning power to the power supply system. The power system delivers current to a non linear load at the fundamental frequency (for example 60 Hz), and the load returns some of the current at higher, harmonic, frequencies (see figure 1). The current wave-form contains multiple frequencies and, therefore, is not sinusoidal. Where harmonic distortion of the supply waveform is present it is important to note that the harmonic current elements will contribute to the power factor. As such the traditional methods for analyzing power factor are not appropriate when dealing with non-linear loads. The definition of power factor as the ratio of active power to apparent power, on the other hand, is always correct, providing that the harmonic contribution to kVA and kW is accounted for.

*La distorsión en corriente puede ser considerada como la suma de corrientes sinusoidales de varias frecuencias. Como las cargas inductivas, las cargas no lineales degradan el factor de potencia y devuelven potencia al sistema suministrador. El sistema de potencia envía corriente a cargas no lineales a la frecuencia fundamental (por ejemplo 60 Hz), y la carga devuelve algo de esta corriente a una mayor frecuencia armónica (ver figura 1). La forma de la onda de la corriente contiene múltiples frecuencias, y por lo tanto, no es sinusoidal. Los métodos tradicionales para analizar factores de potencia no son apropiados cuando tratamos con cargas no lineales. La definición de factor de potencia es el ratio de potencia activa entre potencia aparente, es siempre correcta.*

## THE POWER TRIANGLE

The power triangle is commonly used to describe power factor for motors and others linear loads. Although it is not as applicable to non-linear loads such as adjustable-speed drives, it is still a useful concept to understand. The power triangle can be illustrated using the R-X branch as shown below. If the branch voltage is perfectly sinusoidal, the current must also be sinusoidal, and will lag the voltage by some angle,  $\theta$ , called the “displacement angle”, or the power factor angle.

## TRIANGULO DE POTENCIA

*El triángulo de potencia ha sido generalmente utilizado para describir el factor de potencia para motores y otras cargas lineales. Aunque no es aplicable a cargas no lineales tales como dispositivos ajustables en velocidad, este es aun un concepto útil para entender. El triángulo de potencia puede ser ilustrado usando el ramal R-X como está mostrado abajo. Si en el ramal el voltaje es perfectamente sinusoidal, la corriente debe ser igualmente sinusoidal, y será desfasada al voltaje por un ángulo,  $\theta$ , llamado “ángulo de desfase”, o ángulo de factor de potencia.*

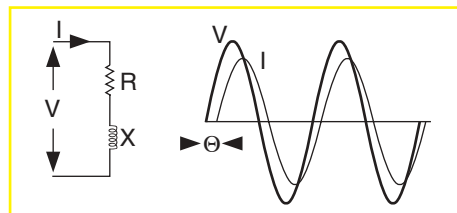


Figure 2: Displacement angle

Figura 2: ángulo de desfase

The formulas for apparent power S, and active power P, yield the well known definition of power factor:

*Las fórmulas para potencia aparente S, y potencia activa P, producen la bien sabida fórmula de factor de potencia:*

$$\frac{P = R \cdot I^2}{S = V \cdot I^2} \Rightarrow \frac{P}{S} = \cos \theta = \text{DPF}$$

The term displacement power factor (DPF) is used to emphasize that the power factor has been calculated using the displacement angle, as opposed to true power factor (TPF), which is the ratio of P to S. This distinction is not normally made because when no harmonic sources are present DPF = TPF. It is the DPF that most utilities currently measure, but there is a movement among some to measure TPF, which would include the effects of harmonic distortion. There are now electronic meters available which are capable of recording TPF accurately.

*El término de desplazamiento del factor de potencia (DPF) es utilizado para recalcar que el factor de potencia ha sido calculado usando el ángulo de desplazamiento, como opuesto del verdadero factor de potencia (TPF), que es el coeficiente entre P y S. Esta distinción normalmente no se hace porque cuando fuentes de no armónicos son presentes DPF = TPF. Este es el DPF que más corrientemente se utiliza como medida, pero este es un movimiento entre algo para medir TPF, que incluiría los efectos de una distorsión armónica. Hay ahora contadores eléctricos disponibles, que son aptos para registrar TPF con precisión.*

The formula  $P = S \cdot \cos \theta$  indicates that a right triangle relationship exists between the vectors for P and S as shown in Figure 3. The third side of the triangle, designated as Q, is called the “reactive power” and is measured in kVAr (kilovolt amperes reactive).

*La fórmula  $P = S \cdot \cos \theta$  indica que existe una relación en triángulo recto entre los vectores para P y S mostrado en la figura 3. El tercer lado del triángulo, designado como Q, es llamado “potencia reactiva” y es medido en kvar (kilovoltio amperio reactivo).*

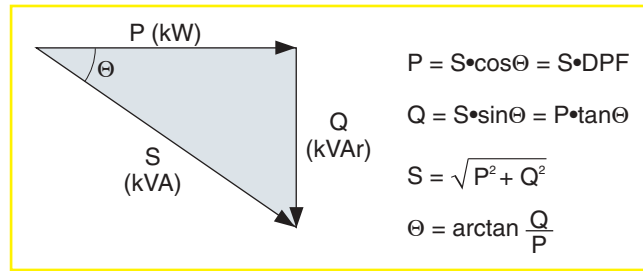


Figure 3: Power Triangle

Figura 3: triangulo de potencias

Q is actually a convenient mathematical contrivance, but is very useful because, if there is no distortion, it is conserved, just as active power is conserved. That is, the reactive power (vars) appears to flow around the system just like the active power (watts). In this concept, motor absorb vars while capacitors produce vars.

*Q es actualmente un convenio matemático diseñado, pero es muy útil porque, si no hay distorsión, se conserva, justamente como la potencia activa conservada. Esto es, la potencia reactiva (voltio amperio reactivo) aparece para circular alrededor del sistema justo como la potencia activa (wattios). En este concepto, el motor absorbe voltio amperios reactivos mientras los condensadores eléctricos producen voltio amperios reactivos.*

## WHY SHOULD POWER FACTOR BE IMPROVED?

Raising system power factor provides the following benefits:

- lower utility charges
- increased system capacity
- less voltage drop
- reduced losses

## ¿PORQUÉ DEBE EL FACTOR DE POTENCIA SER PERFECCIONADO?

*Elevación de sistema de factor de potencia proporciona los siguientes beneficios:*

- *Inferior coste de tarificación*
- *Incremento de la capacidad del sistema*
- *Menos caída de voltaje*
- *Reducción de pérdidas*

## Reduced Electric Utility Charges

Thermal capacity considerations, discussed below, force the electric utility to overbuild its distribution system in order to serve a facility with low power factor. The utility may or may not charge the customer for the increased expense of larger system components. If it does, then adding capacitors is usually justifiable.

## Reducción en la tarifa eléctrica

*Consideraciones sobre capacidades térmicas, discutidos más abajo, fuerzan a la compañía de electricidad a sobredimensionar su sistema de distribución en orden para servir a una utilización con menor factor de potencia. La penalización son realizadas para forzar al cliente a instalar condensadores a fin de suprimir esta energía reactiva. Si es así, entonces el instalar de condensadores eléctricos es usualmente justificable.*

## Increasing System Capacity

The thermal capacity of generators, transformer, and cables limit the kVA that can be supplied from the system. Reducing the net kvar demand from existing loads allows additional load to be added to the system.

## Incremento de la capacidad del sistema

*La capacidad térmica de los generadores, transformadores y cables limita el kVA que pueden ser suministrados por el sistema. Reduciendo la demanda para cargas existentes pueden ser añadidas al sistema.*

## Improving Voltage

High load kvar demand increases the voltage drops across transformers, cables, and other system components, resulting in decreased equipment utilization voltage. In a weak system, capacity can be limited by excessive voltage drop, rather than by component thermal ratings.

## Mejoramiento del voltaje

*Altas cargas reactivas (kvar) con un coseno de fi bajo determina el aumento de la caída de voltaje a través de los transformadores, cables, y otros componentes del sistema, provocando una reducción de la tensión de alimentación de la carga, la caída de tensión puede ser reducida en modo directamente proporcional al aumento de factor de potencia.*

## Reducing Circuit Losses

Since circuit current is reduced in direct proportion to the increase in power factor, the I<sup>2</sup>R loss, or resistive loss, in the circuit is inversely proportional to the square of the power factor. By itself, loss reduction doesn't justify the cost of installing capacitors, but the added benefit can be substantial.

## Reducción de pérdidas del circuito

*Dado que la corriente del circuito es reducida en proporción directa con el incremento en factor de potencia, el I<sup>2</sup>R pérdida, o resistencia específica a pérdidas, en el circuito es inversamente proporcional con el cuadrado, del factor de potencia. Por si mismo, la reducción de pérdidas no justifica el costede la instalación de condensadores, pero el beneficio añadido puede ser sustancial.*

## METHODS OF REACTIVE COMPENSATION

### Capacitors

By nature of its electrostatic field, the capacitor stores energy when ever the voltage applied across the capacitors is moving away from zero; it gives up energy after the voltage as crested. This sequence is opposite to that of the magnetic field, so the capacitor can be used to supply magnetizing current that would otherwise be drawn from the utility source.

Capacitors are generally the most economical source of reactive compensation. Other advantages include:

- low losses (less than 1/4 Watt / kvar)
- essentially no maintenance
- light, compact units which can be combined as needed, make capacitors relatively easy to install and modify as reactive compensation needs change.

### Static Var System

Loads such as arc furnaces and welders exhibit a rapidly changing current demand which may result in an unacceptable fluctuation of bus voltage, called flicker.

One way to eliminate the flicker problem is to use a controller that can match the load's instantaneous reactive current demand. Only static var controllers employing semiconductor switches provide the speed required to accomplish this.

## COMPENSATION SYSTEM

### Individual correction

This type of compensation is reasonable for consumer are turned with high capacities, constant load and long operating times.

- The capacitor is installed close to the operating equipment. The lower current flows already in the line from the bus bar to the consumer.
- The capacitor and the consumer are turned on and off together; an additional switch is not required.

When selecting the type of capacitors note that in the case of induction motors, the reactive power supplied by the capacitor must not exceed approx. 90% of the motor reactive power in idle operation. Otherwise, disconnection might cause self-excitation by the resonance frequency, since the motor and the capacitor form a resonant circuit. This effect may lead to high over voltages at the terminals and affect the insulation of the operating equipment.

### Group Correction

A group of consumers, e.g. motors of fluorescent lamps, operated by one common switch, can be compensated with one single capacitor.

### Centralized Correction

The solution for correcting the power factor for a great number of small consumers with varying power consumption is a centralized compensation principle using switched capacitor modules and a controller. The low losses of the capacitors allows them to be integrated directly in the switchboards or distributors.

A programmable controller is used to monitor the power factor and to switch the capacitors according to the reactive-power flow.

## MÉTODOS DE COMPENSACIÓN REACTIVA

### Condensadores

*Por la naturaleza de este campo electroestático, el condensador almacena energía cuando el voltaje suministrado al condensador está alejándose de cero, este entrega energía cuando el voltaje esta a cero. Esta secuencia es la opuesta del campo magnético, ya que el condensador puede ser usado para suministrar corriente magnetizada que de otra manera seria dado por la fuente de la compañía.*

*Los condensadores son generalmente la más barata fuente de compensación reactiva. Otras ventajas incluyen:*

- *bajas pérdidas (inferiores a 1/4 Watt/kvar)*
- *esencialmente bajo mantenimiento*
- *unidades compactas que pueden ser combinadas cuando sea necesario, haciendo equipos de condensadores más grandes*

### Sistema estático voltio amperio reactivo

*Cargas como altos hornos-arco y soldadura por arco presentan corrientes rápidamente variables en el tiempo. Esta puede tener como efecto una variación no aceptable de la tensión, llamado efecto flicker. Una manera de eliminar el problema del flicker es usar un sistema controlador que puede igualar, las cargas instantáneamente según la demanda de corriente reactiva. Solo los controladores estáticos empleando un conmutador semiconductor pueden proveer la velocidad requerida para cumplir esto.*

## SISTEMA DE COMPENSACIÓN

### Corrección individual

*Este tipo de compensación es razonable para consumidores que necesitan mayores capacidades, tienen cargas constantes y largos tiempos de operación.*

- *El condensador es instalado cercano al equipo a compensar. Una menor corriente fluye ya en la línea desde la unión hasta la compañía.*

*El condensador y el consumidor son puestos en marcha y desconectados a la vez y un contactor adicional no es necesario. Cuando escojamos el tipo de condensadores, vigilar hay que en el caso de los motores de inducción, la potencia reactiva proveída por el condensador no debe exceder aproximadamente el 90% de la potencia reactiva del motor en operación libre (en vacío). De lo contrario, se puede producir una auto excitación por la frecuencia de resonancia, dado que el motor y el condensador forman un circuito resonante. Este efecto puede producir sobrevoltaje en los terminales y afectar el aislamiento del equipo operativo.*

### Corrección grupo

*Un grupo de consumidores, por ejemplo motores o lámparas fluorescentes, operados por un mismo contactor o interruptor pueden ser compensados por un único condensador.*

### Corrección centralizada

*La solución para corregir el factor de potencia para un gran numero de pequeños consumidores con consumo de potencia variable es una compensación centralizada principal usando equipo automático y regulador. Esta permitirá de activar y desactivar los escalones automáticos según las necesidades de la instalación. Un controlador programable es usado para monitorizar el factor de potencia y para conmutar los contactores de acuerdo con la potencia reactiva circulante.*

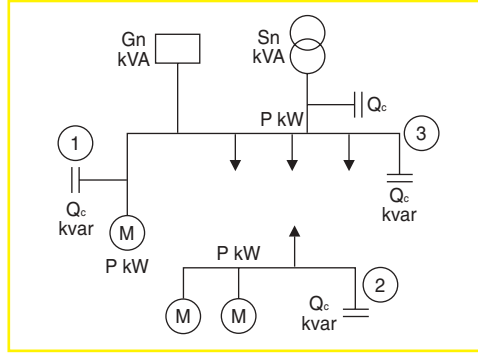


Figure 4 - Installation examples

Figura 4: Ejemplos de instalaciones posibles

## CAPACITORS SIZING

The loads connected in a 3-phase system present an inductive characteristic which causes the absorption of active and reactive power. This reactive power is an undesired load for the supply line and it leads to higher expenses on the energy bill. Reactive power can be balanced by the presence of power factor correction capacitors.

The power triangle calculations of Figure 3 simplify to:

$$\text{kvar}_{\text{Cap}} = \text{kW}_{\text{Load}} \cdot (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) = \text{kW}_{\text{Load}} \cdot M$$

where M is calculated as show in the following table

## ELECCIÓN DE LOS CONDENSADORES

Las cargas conectadas a un sistema trifásico presentan una característica inductiva que causa la absorción de potencia activa y reactiva. Esta potencia reactiva es una indeseada carga para la línea de alimentación y lleva a unos mayores gastos en la factura de la energía. La potencia reactiva puede ser compensada por la presencia de condensadores correctores del factor de potencia.

El triángulo de potencia calculado en la figura tres se simplifica:

Donde M es calculada como se muestra en la siguiente tabla:

Table for the determinator of M factor - Tabla para la determinación del factor M

	$\tan\varphi_2$	0,62	0,59	0,57	0,54	0,51	0,48	0,46	0,43	0,40	0,36	0,33	0,29	0,25	0,20	0,14	0,00
	$\cos\varphi_2$	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
$\tan\varphi_1$	$\cos\varphi_1$																
4,90	0,20	4,28	4,31	4,33	4,36	4,39	4,41	4,44	4,47	4,50	4,54	4,57	4,61	4,65	4,70	4,76	4,90
3,87	0,25	3,25	3,28	3,31	3,33	3,36	3,39	3,42	3,45	3,48	3,51	3,54	3,58	3,62	3,67	3,73	3,87
3,18	0,30	2,56	2,59	2,61	2,64	2,67	2,70	2,72	2,75	2,78	2,82	2,85	2,89	2,93	2,98	3,04	3,18
2,68	0,35	2,06	2,08	2,11	2,14	2,16	2,19	2,22	2,25	2,28	2,31	2,35	2,38	2,43	2,47	2,53	2,68
2,29	0,40	1,67	1,70	1,72	1,75	1,78	1,81	1,84	1,87	1,90	1,93	1,96	2,00	2,04	2,09	2,15	2,29
1,98	0,45	1,36	1,39	1,42	1,44	1,47	1,50	1,53	1,56	1,59	1,62	1,66	1,69	1,73	1,78	1,84	1,98
1,73	0,50	1,11	1,14	1,17	1,19	1,22	1,25	1,28	1,31	1,34	1,37	1,40	1,44	1,48	1,53	1,59	1,73
1,52	0,55	0,90	0,93	0,95	0,98	1,01	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16	1,19	1,23	1,27	1,32	1,38	1,52
1,33	0,60	0,71	0,74	0,77	0,79	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1,00	1,04	1,08	1,13	1,19	1,33
1,17	0,65	0,55	0,58	0,60	0,63	0,66	0,68	0,71	0,74	0,77	0,81	0,84	0,88	0,92	0,97	1,03	1,17
1,02	0,70	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,54	0,56	0,59	0,62	0,66	0,69	0,73	0,77	0,82	0,88	1,02
0,99	0,71	0,37	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,70	0,74	0,79	0,85	0,99
0,96	0,72	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,64	0,67	0,71	0,76	0,82	0,96
0,94	0,73	0,32	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,61	0,64	0,69	0,73	0,79	0,94
0,91	0,74	0,29	0,32	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,48	0,51	0,55	0,58	0,62	0,66	0,71	0,77	0,91
0,88	0,75	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,59	0,63	0,68	0,74	0,88
0,86	0,76	0,24	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,56	0,60	0,65	0,71	0,86
0,83	0,77	0,21	0,24	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,63	0,69	0,83
0,80	0,78	0,18	0,21	0,24	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,51	0,55	0,60	0,66	0,80
0,78	0,79	0,16	0,18	0,21	0,24	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,45	0,48	0,53	0,57	0,63	0,78
0,75	0,80	0,13	0,16	0,18	0,21	0,24	0,27	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,50	0,55	0,61	0,75
0,72	0,81	0,10	0,13	0,16	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,36	0,40	0,43	0,47	0,52	0,58	0,72
0,70	0,82	0,08	0,10	0,13	0,16	0,19	0,21	0,24	0,27	0,30	0,34	0,37	0,41	0,45	0,49	0,56	0,70
0,67	0,83	0,05	0,08	0,11	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,38	0,42	0,47	0,53	0,67
0,65	0,84	0,03	0,05	0,08	0,11	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,32	0,35	0,40	0,44	0,50	0,65
0,62	0,85		0,03	0,05	0,08	0,11	0,14	0,16	0,19	0,22	0,26	0,29	0,33	0,37	0,42	0,48	0,62
0,59	0,86			0,03	0,05	0,08	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,30	0,34	0,39	0,45	0,59
0,57	0,87				0,03	0,05	0,08	0,11	0,14	0,17	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,42	0,57
0,54	0,88					0,03	0,06	0,08	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25	0,29	0,34	0,40	0,54
0,51	0,89						0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,22	0,26	0,31	0,37	0,51
0,48	0,90							0,03	0,06	0,09	0,12	0,16	0,19	0,23	0,28	0,34	0,48
0,46	0,91								0,03	0,06	0,09	0,13	0,16	0,20	0,25	0,31	0,46
0,43	0,92									0,03	0,06	0,10	0,13	0,18	0,22	0,28	0,43
0,40	0,93										0,03	0,07	0,10	0,14	0,19	0,25	0,40
0,36	0,94											0,03	0,07	0,11	0,16	0,22	0,36

$\cos\varphi_1$  = original power factor before correction -  $\cos\varphi_2$  = new power factor

$\cos\varphi_1$  = factor de potencia antes de compensar -  $\cos\varphi_2$  = factor de potencia a conseguir