

Tema 8: MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA.

8.0 OBJETIVOS

8.1 IMPORTANCIA DE LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA.

8.2 CALCULO DE LOS CONDENSADORES PARA REALIZAR LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA.

8.3 PUNTOS DE CONEXIÓN DE LOS CONDENSADORES.

8.3.1 CONDENSADORES ESTÁTICOS

8.3.2 BATERÍAS AUTOMÁTICAS DE CONDENSADORES

8.4 BIBLIOGRAFIA

8.0 OBJETIVOS

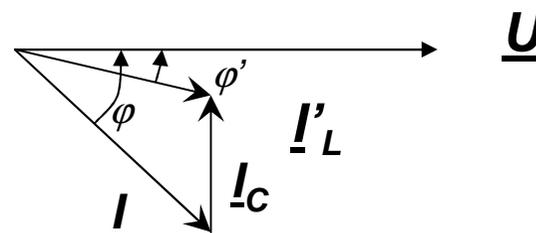
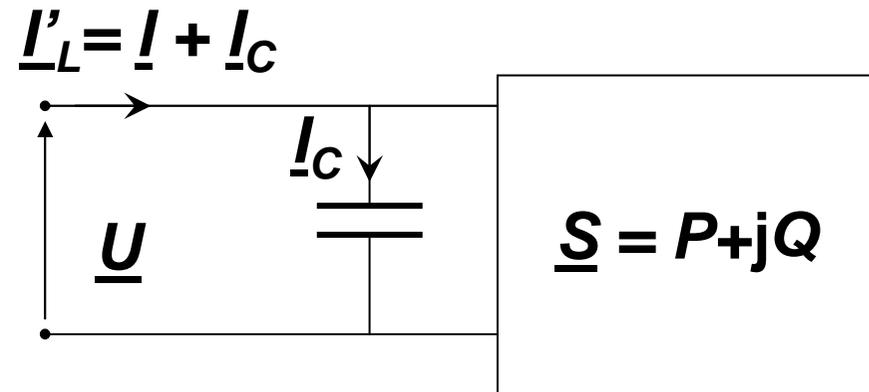
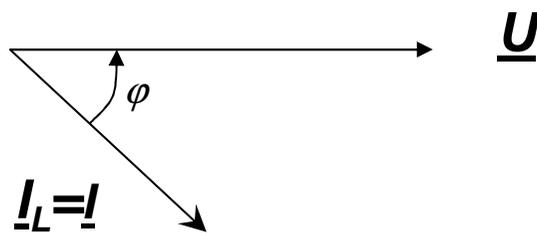
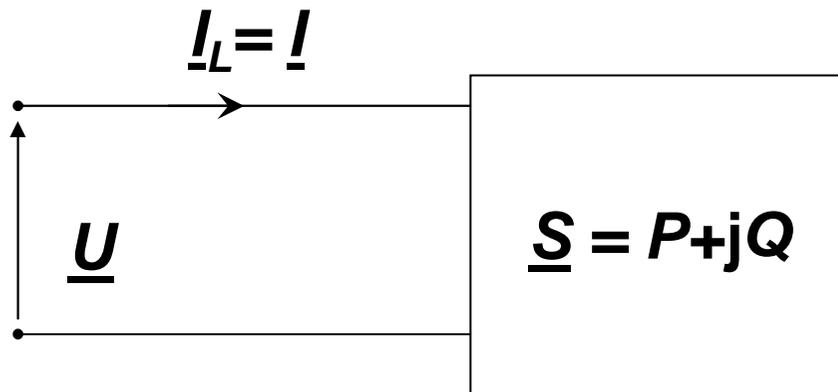
- Conocer alguna técnica de eficiencia energética eléctrica en la industria.
- Explicar en que consiste la mejora del factor de potencia.
- Observar las ventajas técnicas y económicas que supone la compensación de potencia reactiva.
- Asumir la legislación vigente en cuanto a tarificación eléctrica se refiere.
- Saber calcular la potencia reactiva de la batería de condensadores adecuada para cada instalación.
- Conocer las distintas alternativas existentes en la compensación de reactiva.
- Comentar la utilización de tablas, ábacos y programas informáticas como métodos más usuales del cálculo de la potencia a compensar.

8.1 IMPORTANCIA DE LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA (1)

- En las instalaciones industriales siempre se va a tener carácter inductivo, se necesitan las inductancias para el funcionamiento de las maquinas Eléctricas tales como motores, transformadores...
- Por tanto, parte de la corriente que circula por los circuitos es necesitada por esas inductancias para generar los campos magnéticos pero no produce trabajo útil.
- El factor de potencia es el coseno del ángulo que forman la tensión simple y la corriente de línea total del circuito.
- Es empleado como medida del aprovechamiento de la instalación eléctrica.
- A menor coseno mayor ángulo y mayor carácter inductivo y por tanto mayor corriente en nuestra instalación que no produce trabajo útil.
- Nuestro objetivo es compensar el carácter inductivo de la instalación, que dentro de la instalación se siga consumiendo energía reactiva inductiva, pero que desde la línea de suministro de energía eléctrica la carga en su conjunto se vea como una carga resistiva, para conseguirlo introduciremos una carga capacitiva en la instalación, de forma que no se introduzca nueva potencia activa pero que se vea compensada la potencia reactiva.

8.2 CALCULO DE LOS CONDENSADORES PARA REALIZAR LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA (1)

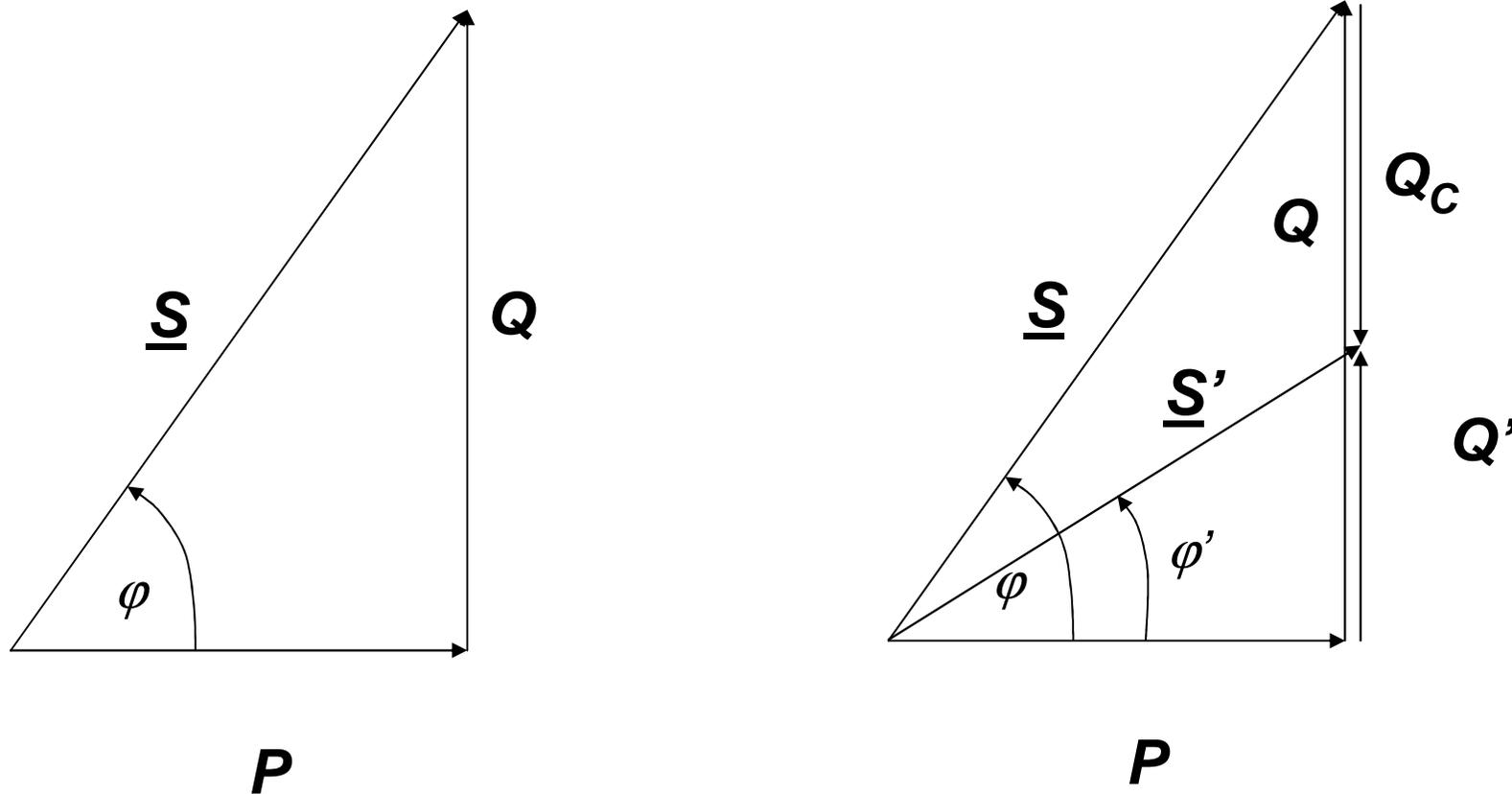
La mejora del factor de potencia consiste en acoplar en paralelo con la carga industrial una capacidad, con lo cual las corrientes totales a transportar serán menores, las caídas de tensión en las líneas también serán menores y haremos un mejor aprovechamiento de la instalación.



$$\underline{I}'_L = \underline{I} + \underline{I}_C$$

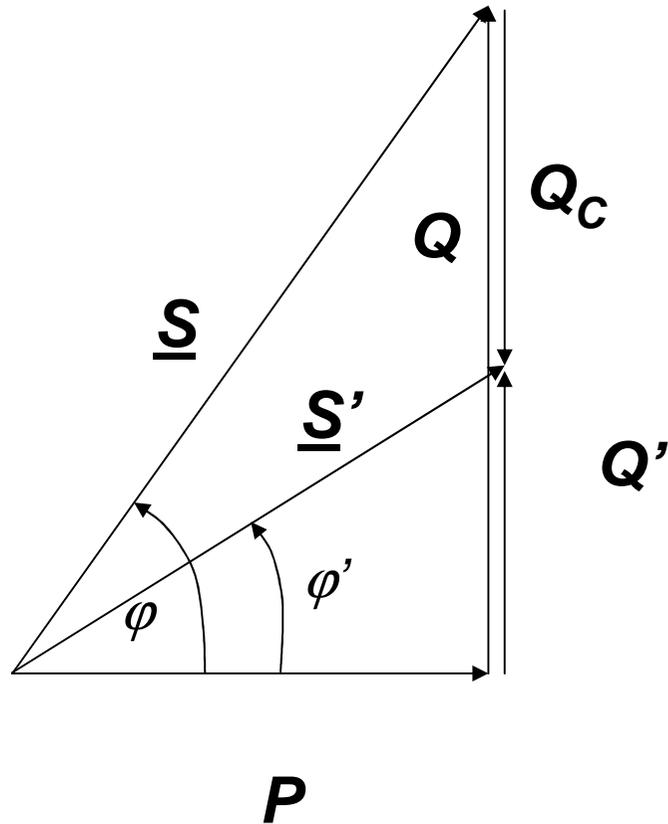
$$|\underline{I}'_L| < |\underline{I}|$$

8.2 CALCULO DE LOS CONDENSADORES PARA REALIZAR LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA (2)



En primer lugar es necesario determinar, a partir de la potencia reactiva inicial sin condensadores ($\cos \varphi$) hasta que potencia reactiva final ($\cos \varphi'$) se quiere llegar, tras realizar la mejora del mismo.

8.2 CALCULO DE LOS CONDENSADORES PARA REALIZAR LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA (3)



Por aplicación de la trigonometría

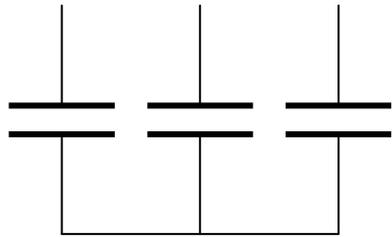
$$\frac{Q}{P} = \operatorname{tg} \varphi \Rightarrow Q = P \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

$$\frac{Q'}{P'} = \frac{Q'}{P} = \operatorname{tg} \varphi' \Rightarrow Q' = P \cdot \operatorname{tg} \varphi'$$

$$Q_c = Q - Q' = P \cdot \operatorname{tg} \varphi - P \cdot \operatorname{tg} \varphi' = P \cdot (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi')$$

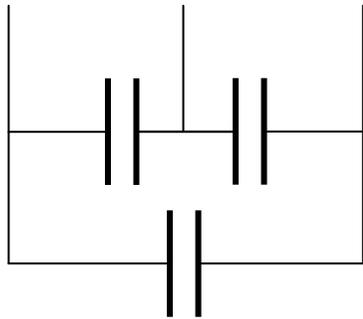
8.2 CALCULO DE LOS CONDENSADORES PARA REALIZAR LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA (4)

$$Q_C = Q - Q' = P \cdot \operatorname{tg} \varphi - P \cdot \operatorname{tg} \varphi' = P \cdot (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi')$$



$$Q_C = 3 \cdot \frac{U_S^2}{X_{C\lambda}} \Rightarrow X_{C\lambda} = 3 \cdot \frac{U_S^2}{Q_C} = \frac{U_C^2}{Q_C}$$

$$X_{C\lambda} = \frac{1}{\omega C_\lambda} \Rightarrow C_\lambda = \frac{1}{\omega \cdot X_{C\lambda}} = \frac{1}{\omega \cdot 3 \cdot \frac{U_S^2}{Q_C}} = \frac{Q_C}{\omega \cdot 3 \cdot U_S^2} = \frac{Q_C}{\omega \cdot U_C^2}$$



$$Q_C = 3 \cdot \frac{U_C^2}{X_{C\Delta}} \Rightarrow X_{C\Delta} = 3 \cdot \frac{U_C^2}{Q_C}$$

$$X_{C\Delta} = \frac{1}{\omega C_\Delta} \Rightarrow C_\Delta = \frac{1}{\omega \cdot X_{C\Delta}} = \frac{1}{3 \cdot \omega \cdot \frac{U_C^2}{Q_C}} = \frac{Q_C}{3 \cdot \omega \cdot U_C^2}$$

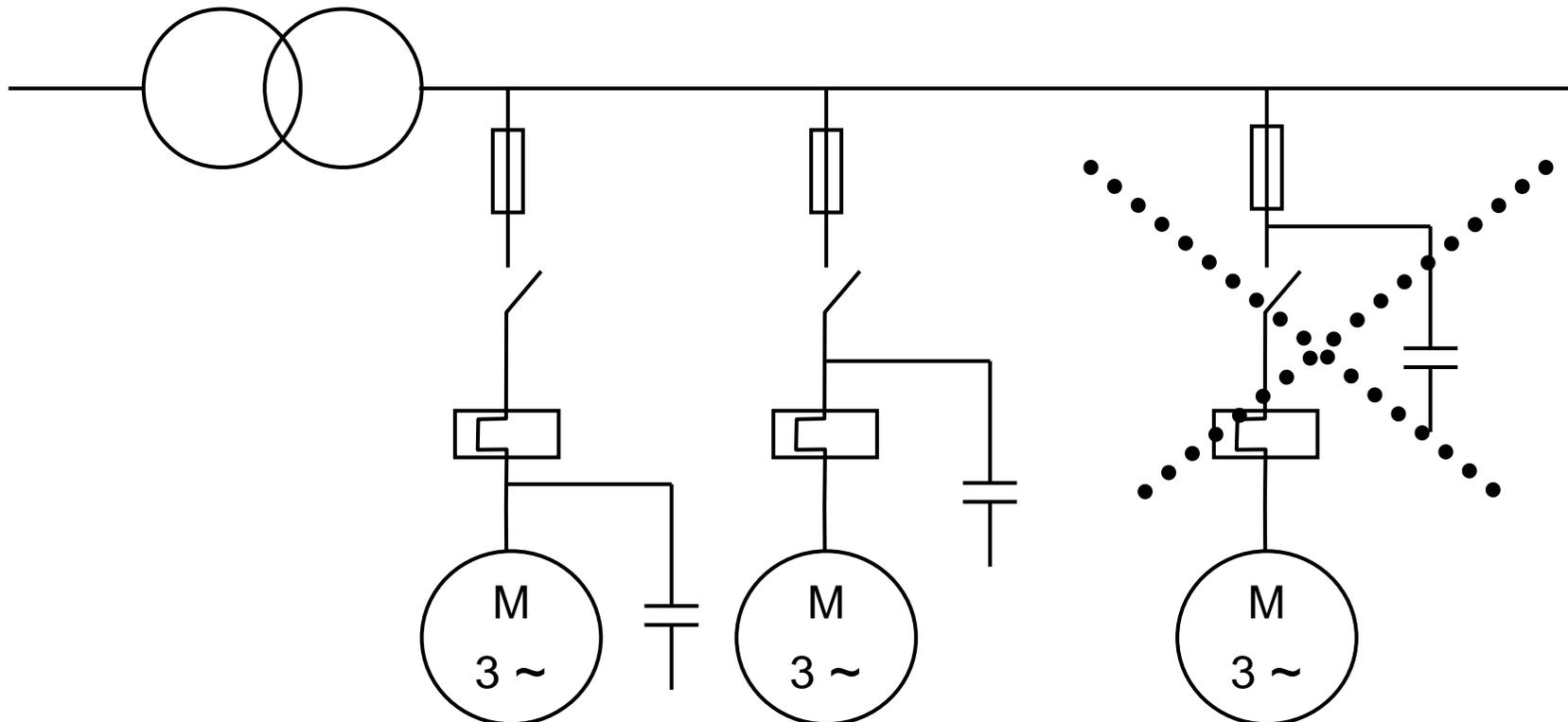
$$X_{C\lambda} = \frac{X_{C\Delta}}{3} \Rightarrow C_\lambda = 3C_\Delta$$

8.3 PUNTOS DE CONEXIÓN DE LOS CONDENSADORES (1)

8.3.1 CONDENSADORES ESTÁTICOS

A la hora de colocar los condensadores en una instalación industrial hay que tener en cuenta distintos aspectos como son: la distribución de cargas sobre la planta de la instalación y la simultaneidad de su funcionamiento, la longitud del circuito eléctrico o el tipo de carga que se conecta.

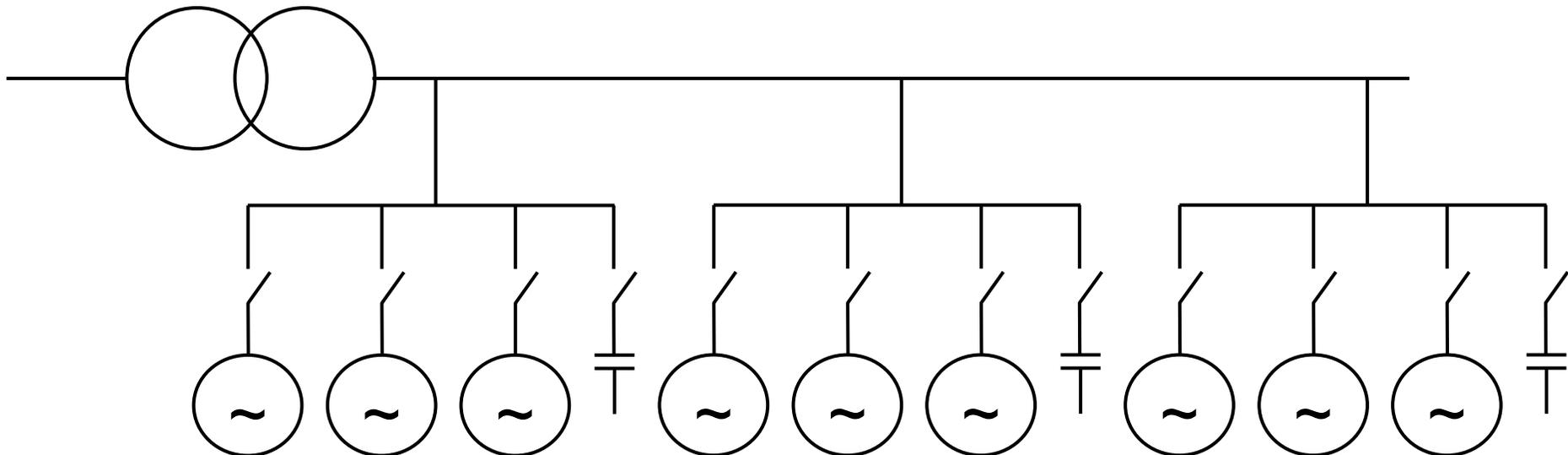
Si se mejoran cargas que o bien por su disposición o por su frecuencia de trabajo se consideran trabajando de forma individual, entonces se puede hacer una mejora del factor de potencia llamada compensación individual, además se utilizará este tipo de compensación si la longitud del circuito de alimentación es de tamaño considerable. La desventaja que encontramos es que se necesitarán muy diversas capacidades para cada motor y ello encarecerá su compra.



8.3 PUNTOS DE CONEXIÓN DE LOS CONDENSADORES (2)

8.3.1 CONDENSADORES ESTÁTICOS

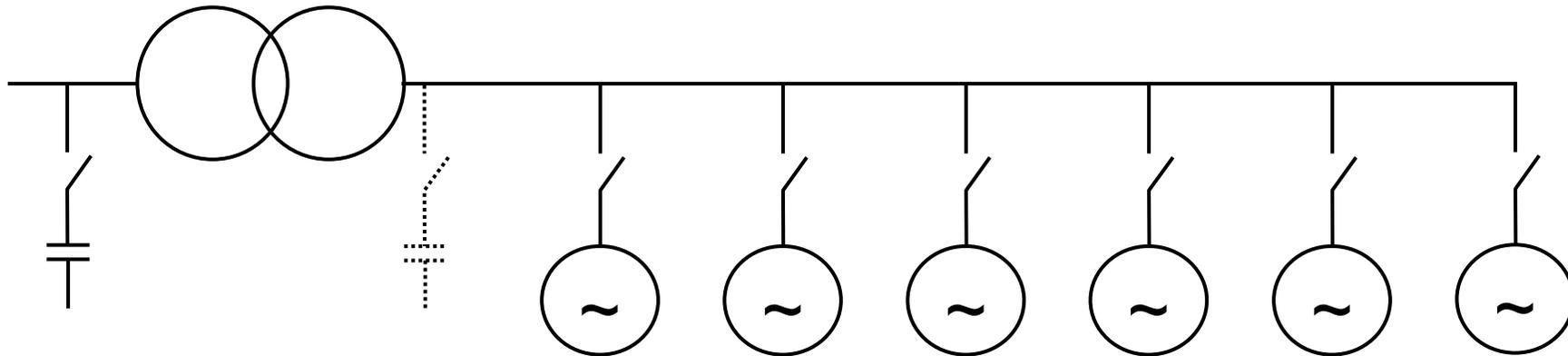
Si nos encontramos con grupos de máquinas que trabajan simultáneamente pero no todas a la vez puede resultar interesante mejorar por grupos de máquinas, de esta forma se podría ir ajustando el factor de potencia de ciertas partes de la planta de producción mediante el empleo de condensadores que colocados de forma equidistante permitan mejorar toda una zona. Hay que tener la precaución de controlar los tiempos de trabajo de las máquinas que agrupamos, que no nos pasemos de reactiva en ninguna de las dos direcciones.



8.3 PUNTOS DE CONEXIÓN DE LOS CONDENSADORES (3)

8.3.1 CONDENSADORES ESTÁTICOS

Cuando lo que queremos mejorar es una planta completa o una instalación en su totalidad, entonces hacemos una mejora llamada compensación central que se puede llevar a cabo conectando en el primario o en el secundario del transformador que la alimenta.



8.3 PUNTOS DE CONEXIÓN DE LOS CONDENSADORES (4)

8.3.2 BATERÍAS AUTOMÁTICAS DE CONDENSADORES

Las baterías de condensadores eliminan el consumo de energía reactiva y consisten en un cuadro destinado a la compensación automática de la misma, esta puede compensarse de forma individual o central según las necesidades de trabajo.

En cualquiera de los casos es importante conocer el número de escalones eléctricos que proporciona la batería para que se ajusten a los escalones de las cargas y obtener el mejor rendimiento de la misma. La batería chequea periódicamente el valor de la potencia reactiva de la instalación y en el caso de ser necesario aumenta o disminuye el número de escalones.

Este tipo de baterías presentan la particularidad de trabajar según un sistema FIFO, de forma que el primer grupo de condensadores que entra en funcionamiento será también el primero en salir, de esta forma se garantiza que el tiempo de trabajo de todos los condensadores sea el mismo

8.4 BIBLIOGRAFIA

- V.M. Parra Prieto y otros, Teoría de Circuitos, Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid 1990. Tema I y Tema V.
- Amaya Martínez Gracias y otros, Disminución de costes energéticos en la empresa: tecnologías y estrategias para el ahorro y la eficiencia energética. Madrid 2006 Tema 2
- Robert L. Boylestad, Introducción al Análisis de Circuitos, México 2004. Tema 22
- <http://www.diee.unican.es/pdf/art3.pdf>
- <http://www.scribd.com/doc/7313719/Correccion-y-Reduccion-de-Factor-de-Potencia>