


TEMÁTICA

Distribución B.T

ESTUDIO DIRIGIDO n°7.1

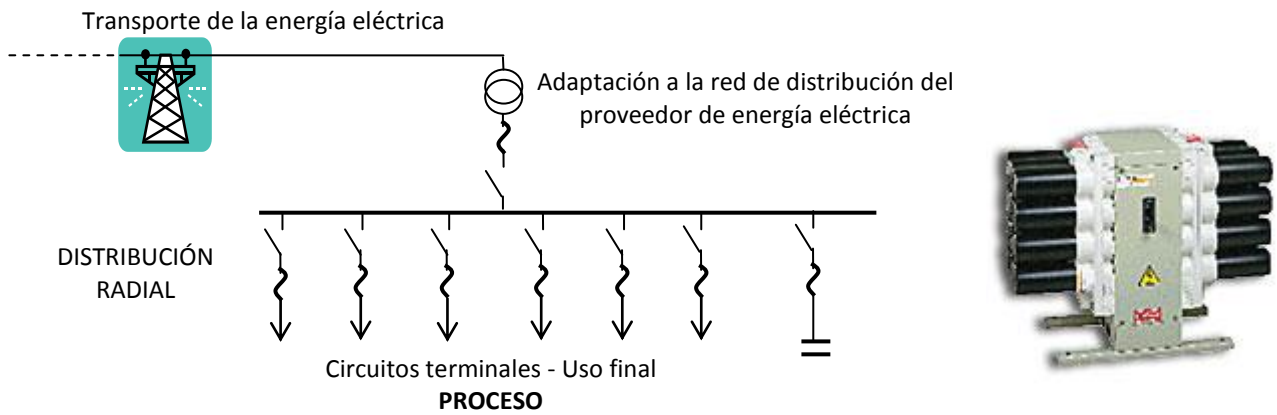
Objetivo principal o Problemática	« Determinar el sistema de compensación para optimizar la tarificación de la energía eléctrica consumida »		DR
Objetivo 1	Determinación de la potencia reactiva necesaria para el sistema de distribución		1
Objetivo 2	Selección del tipo de solución a implementar para la compensación		1
Objetivo 3			
Objetivo 4			
Objetivo 5			
Recursos y Condiciones de adquisición	Ambiente y Equipo	Distribución B.T	
	Computo y Software	x	
	Expediente técnico (DT)	DT1-Baterias VARSET fijas DT2-Baterias VARSET automáticas DT3-Seccion cables conexión	
	Equipos de medición	x	
	Herramientas	x	
Criterios de evaluación	Ver tabla de evaluación		
Duración	4h00		
 SEGURIDAD	Para el desarrollo de esta guía es necesario ...		

Compensación de la energía reactiva en ambiente normal (no contaminado)

Hipótesis de estudio: Los motores integran filtros para disminuir la generación de armónicos en el sistema de distribución...

1. PUESTA EN SITUACIÓN

« **Determinar el sistema de compensación para optimizar la tarificación de la energía eléctrica consumida** »



Ver Archivo « **Asunto_1_Ampliación planta** »



2. TRABAJO PROPUESTO

El proveedor de energía puede suministrar energía reactiva pero este suministro sobrecarga las líneas de transmisión y los transformadores. Por esta razón, cuando la energía se encuentra suministrada en Media Tensión, el proveedor factura el consumo de energía reactiva además de la energía activa. El umbral de facturación ($\cos \phi = 0,93$ o $\text{tg } \phi = 0,4$) está definido para incitar los clientes a instalar baterías de condensadores donde se realiza el consumo de reactivo.

2.1. Determinación de la potencia reactiva necesaria para el sistema de distribución

La potencia reactiva a instalar se calcula a partir de las **factura de electricidad** o a partir de las **especificaciones eléctricas** de la instalación.

A partir de los datos estimados para la instalación (Puesta en situación) y para cada circuito terminal (T1 à T6)...

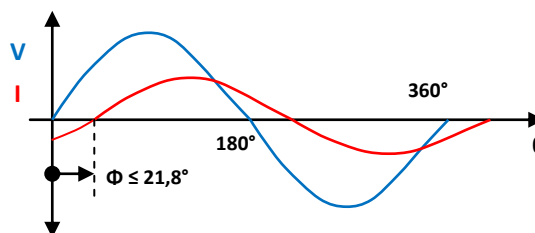
- Calcular las potencias activas P_i (1) y reactivas Q_i (2) instaladas.
- Calcular las potencias de utilización activas $P_u = P_i \times k_u \times k_s$ (3) y reactivas $Q_u = Q_i \times k_u \times k_s$ (4) correspondientes.
- Deducir la potencia llamada total $S_a = \sqrt{\sum P_u^2 + \sum Q_u^2}$ y la corriente de empleo total I_B correspondiente. ¿Cuál es factor de potencia ($\cos \phi_1$) de la instalación?

Circuito terminal	Receptores	(1) Potencia activa P_i (W)	(2) Potencia reactiva Q_i (VAr)	Coefficientes utilización k_u simultaneidad k_s	(3) Potencia activa P_u (W)	(4) Potencia reactiva Q_u (VAr)
T1	Motores					
T2	Puente grúa					
T3	Tomas					
T4	Calefacción					
T5	Iluminación					
T6	Alimentación automatismo	X	X	X	X	X

Para una potencia activa determinada P (kW), el valor de la potencia reactiva Q_c (kVAr) a instalar es $Q_c = P \times (\text{tg } \phi_1 - \text{tg } \phi_2)$.

Con base a los resultados...

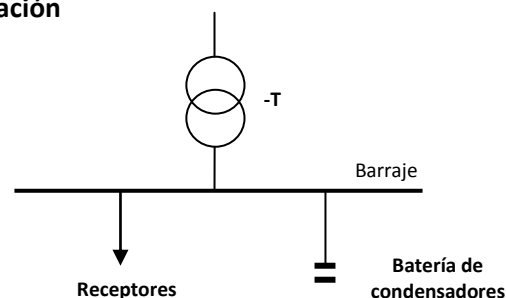
- Calcular la potencia reactiva mínima Q_c de la batería de condensador a instalar en el sistema de distribución ($\cos \phi_2 \geq 0,93$). ¿Cuál será entonces la potencia reactiva suministrada por el proveedor?



2.2. Selección del tipo de solución a implementar para la compensación

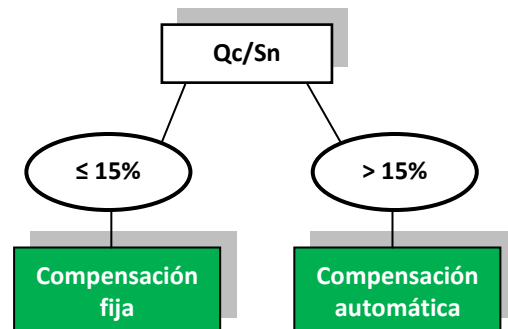
EXTRACTO PLIEGO DE CONDICIONES Transformador 20kV/400V - 400kVA

Integración de un sistema de compensación global con batería de condensadores conectada a nivel del barraje principal para asegurar la compensación de energía reactiva a todos los receptores de manera a aliviar el transformador de potencia



En el caso de una compensación global o por talleres, la relación **Qc/Sn** permite escoger entre equipamiento de compensación fijo o automático. El umbral de 15 % es un valor indicativo aconsejado para evitar los efectos de la sobre compensación en vacío:

- **Qc/Sn ≤ 15 %**: compensación fija,
- **Qc/Sn > 15 %**: compensación automática.

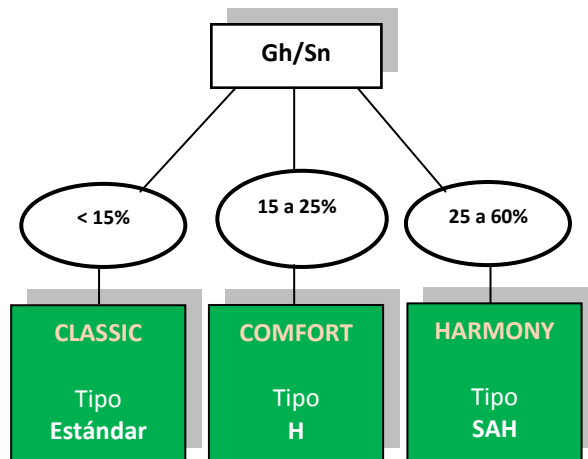


Con base a los datos del sistema de distribución...

- Calcular la relación **Qc/Sn** para la instalación. ¿Cuál es entonces el tipo de compensación a implementar (fija o automática) en el sistema de distribución?

Los equipamientos de compensación pueden ser de 3 tipos adaptados según el nivel de contaminación por armónicos de la red. La relación **Gh/Sn** permite determinar el tipo de equipamiento adecuado. **Tipo estándar, tipo H o tipo SAH...**

- **ESTÁNDAR** → Potencia de los circuitos generadores de armónicos inferior a 15% de la potencia del transformador,
- **Tipo H** (aislamiento reforzado a 470 V) → Potencia de los circuitos generadores de armónicos entre 15% y 25% de la potencia del transformador,
- **Tipo SAH** (con inductancia anti-armónicos) → Potencia de los circuitos generadores de armónicos entre 25% y 50% de la potencia del transformador.



PRECAUCIÓN: por encima de 60% de contaminación armónicos la instalación de filtros es recomendada.

La Potencia **Gh** de los circuitos generadores de armónicos es estimada a **19kVA**.

Con base a los datos del sistema de distribución...

- Calcular la relación **Gh/Sn** para la instalación. ¿Cuál es entonces el tipo de batería de condensadores (estándar, tipo H o SAH) a integrar en el sistema de distribución?



A partir de los resultados y del documento técnico DT1 «Baterías VARSET fijas» o DT2 «Baterías VARSET automáticas»...

- Seleccionar el equipamiento adecuado indicando la potencia y la referencia comercial del sistema de compensación.

Conforme al equipamiento de compensación seleccionado...

- Calcular la nueva potencia de utilización reactiva total **ΣQu** suministrada por el transformador de potencia. ¿Cuál es la nueva potencia aparente total **Sa** necesaria para el transformador de potencia?, ¿El factor de potencia máximo para el sistema de distribución?
- ¿Qué porcentaje de la potencia aparente calculada sin compensación permite disminuir el sistema de compensación?

Los equipos aguas arriba de los condensadores se determinan con base a reglas de instalación y las corrientes absorbidas. Se debe entonces conocer la corriente a tener en cuenta para dimensionar esos equipos.

Los condensadores en funcionamiento se encuentran atravesados por corrientes dependientes de la tensión, de la capacidad de los condensadores y de los componentes armónicos de la tensión.

Las variaciones de la tensión fundamental y de los componentes armónicos pueden conducir a una ampliación de la corriente. La NORMA admite 30 % como valor máximo admisible a lo cual se le debe sumar las variaciones debidas a las tolerancias sobre los condensadores. Los cables de potencia se deben sobredimensionar para una corriente de $1,5 I_n$ mínimo.

Conforme al equipamiento de compensación seleccionado...

- Calcular la corriente I_n absorbida por el sistema de compensación.

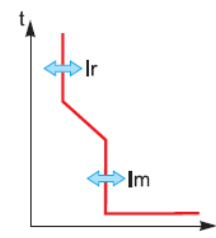
A partir del documento técnico DT3 «Sección cables conexión»...

- Determinar la sección cobre del cable de conexión de la batería de compensación al barraje principal.

Los calibres de los interruptores automáticos de protección deben ser escogidos de forma que permitan un ajuste de la protección térmica de la batería de condensadores a:

- $1,36 \times I_n$ para el tipo **estándar**,
- $1,50 \times I_n$ para la clase **H**,
- $1,12 \times I_n$ para la clase **SAH**, sintonización 135 Hz (filtrado a partir del armónico rango 3),
- $1,31 \times I_n$ para la clase **SAH**, sintonización 215 Hz (filtrado a partir del armónico rango 5).

El ajuste de las protecciones contra los cortocircuitos (magnéticas / corto retardo ST) debe permitir el paso de los transitorios de conexión. El ajuste es $10 \times I_n$ para los tipos **estándar**, **H** y **SAH**.



Conforme al equipamiento de compensación seleccionado y las especificaciones técnicas...

- Calcular la corriente de ajuste para las protecciones térmica I_r y magnética I_m del sistema de compensación.

2.3. FORMALIZACIÓN

Con base al estudio realizado...

- Completar el documento respuesta 1 reportando los datos del sistema de distribución y del equipamiento de compensación.
- Completar el esquema unifilar de la instalación eléctrica reportando el sistema de compensación e indicando sus principales características (Tipo, Potencia, Referencia y Sección cable de conexión).
- ¿Cuáles son las principales ventajas técnicas y económicas presentadas por la mejora del factor de potencia?

DOCUMENTO RESPUESTA 1

PLAN DE CARGA NUEVA INSTALACIÓN

Circuito terminal	Receptores	(1) Potencia activa instalada P_i (W)	(2) Potencia reactiva instalada Q_i (VAr)	Coeficientes utilización k_u simultaneidad k_s	(3) Potencia activa utilizada P_u (W)	(4) Potencia reactiva utilizada Q_u (VAr)
T1	Motores 3~					
T2	Puente grúa 3~					
T3	Tomas 3~					
T4	Calefacción 1~					
T5	Iluminación 3~					
T6	Alimentación automatismo 1~	X	X	X	X	X
Sa (kVA)					Total P_u (W)	Total Q_u (VAr)
Corriente de empleo total IBT (A)						
Factor de potencia $\cos \phi_1$						

SISTEMA DE COMPENSACIÓN

Potencia reactiva mínima de la batería de condensador a instalar Q_c (VAr)			
Relación Q_c/S_n	Compensación fija		
	Compensación automática		
Relación G_h/S_n	Estándar		
	H		
	SAH		
Potencia normalizada del sistema de compensación Q_b (kVAr)	Referencia comercial		