


TEMÁTICA

Distribución B.T

ESTUDIO DIRIGIDO n°7.2

Objetivo principal o Problemática	« ¿Cómo seleccionar una solución de compensación de la energía reactiva a partir de los consumos registrados por el proveedor? »	DR
Objetivo 1	Determinación de la potencia reactiva necesaria para el sistema de distribución	
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)	Facturas de electricidad DT1-Baterias VARSET fijas DT2-Baterias VARSET automáticas DT3-Precios_Ccompensadores automáticos
	Equipos de medición	x
	Herramientas	x
Criterios de evaluación	Ver tabla de evaluación	
Duración	4h00	
 SEGURIDAD	Para el desarrollo de esta guía es necesario ...	

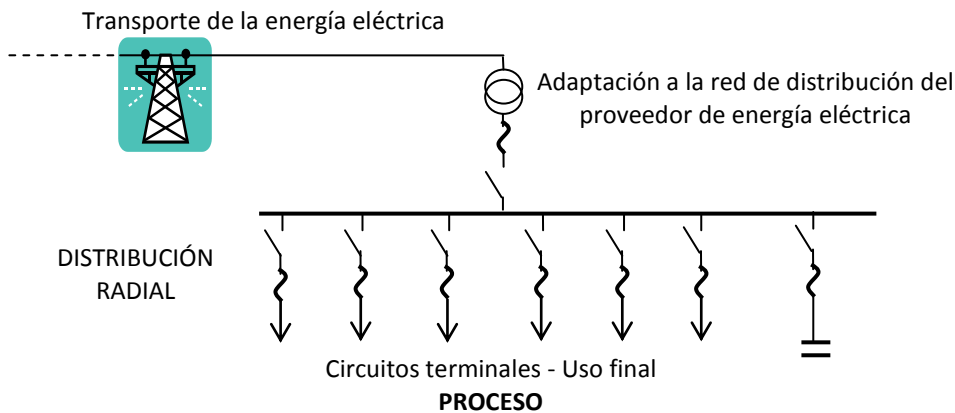
Compensación de la energía reactiva en ambiente normal (no contaminado)

Selección de un sistema de compensación a partir de los consumos registrados por el proveedor en las facturas mensuales de electricidad...

Hipótesis: Se considera el precio de la energía activa y reactiva fijo para el año estudiado...

1. PUESTA EN SITUACIÓN

« ¿Cómo seleccionar una solución de compensación de la energía reactiva a partir de los consumos registrados por el proveedor? »



La tarifa es el valor de cada kiloWatt.hora que se consume, la cual es publicada por la **CREG** (Comisión Reguladora de Energía y Gas Resolución 108 de la Ley 142 de 1994) ente encargado de estipular y variar la tarifa de energía de acuerdo con el costo, los procesos de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía. ELECTRICARIBE sólo se encarga de distribuir y comercializar la energía eléctrica que llega a tu negocio.

La tarifa se compone de 7 factores:

- **G:** Costo por Generación = *Valor pagado por la compra de energía*
- **T:** Costo por Transporte = *Valor pagado por el uso del Sistema de Transmisión Nacional, es decir el monto que se paga por cada kWh que compramos para llevar a nuestros clientes (\$/kWh)*
- **PR:** Costo por pérdidas técnicas que se dan en el proceso de Generación y Transporte (esto varía mensualmente en la medida en que varían esos 2 componentes)
- **D:** Costo por Distribución de la energía que llevamos a nuestros clientes a través de nuestras redes
- **O:** Costos Adicionales = *Es el valor por costos administrativos y de operación de CREG, SIC; Superintendencia... También incluye las restricciones o pérdidas por hurto, las cuales varían de acuerdo con la relación Energía comprada vs. Energía facturada*
- **C:** Costo por comercialización de la energía
- **CU:** Costo Unitario = *Es el resultado de la sumatoria de todos los anteriores*



La fórmula tarifaria determina los costos que pueden ser trasladados a los usuarios finales por la prestación del servicio. La determinación de las tarifas finales aplicables a los diferentes estratos depende de la aplicación de subsidios y contribuciones definidos por la Ley 142 de 1994 (Artículos 87, 89 y 99) y la Ley 143 de 1994 (Artículos 60., 23 Literal h y 47).




<http://www.electricaribe.com/co/1297101854385/inicio.html>

2. TRABAJO PROPUESTO

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

Tabla de consumo de la empresa según facturas de electricidad suministradas por el proveedor mensualmente

N°	Mes	Número de días facturados	Energía activa W_a (kWh)	Energía reactiva W_r (kVArh)
1	Noviembre	30	180000	126000
2	Diciembre	32	176000	136000
3	Enero	28	104000	88000
4	Febrero	31	128000	96000
5	Marzo	31	88000	84000
6	Abril	31	136000	112000
7	Mayo	29	88000	80000
8	Junio	31	76000	76000
9	Julio	31	140000	180000
10	Agosto	29	104000	40000
11	Septiembre	32	128000	112000
12	Octubre	30	180000	148000



Energía activa
1 kWh = 306,3 COP

Energía reactiva
1 kVArh = 102,328 COP

Producción diaria
6.00 am a 10.00 pm

Semana de lunes a sábado
incluido



A partir de EXCEL y para los consumos de energía mensuales de la empresa...

- Determinar la tangente ϕ_1 de la instalación ($\text{tg } \phi_1 = W_r/W_a$). ¿Cuántos meses presentan un consumo de energía reactiva W_r superior a 31% de la energía activa W_a consumida por la empresa?
- Determinar la energía reactiva $W_c = W_a \times (\text{tg } \phi_1 - \text{tg } \phi_2)$ a suministrar para mantener un consumo de energía reactiva de 31% ($\text{tg } \phi_2 = 0,31$) de la energía activa W_a consumida por la empresa.
- Determinar los costos mensuales correspondientes al consumo de energía activa W_a y al exceso de energía reactiva consumida por la instalación (Sanción por exceso de reactivo). ¿Cuál es entonces el presupuesto perdido anualmente por consumo excesivo de reactivo? , ¿Cuál es el porcentaje correspondiente al sobre costo ocasionado?

Para escoger el sistema de compensación es posible implementar 2 estrategias...

- **Solución 1:** Considerar la energía reactiva máxima a compensar identificada a un momento determinado del año,
- **Solución 2:** Considerar el promedio anual de la energía reactiva a compensar.

SOLUCIÓN 1

Con base a los resultados y para los datos de la empresa...

- ¿Cuál es el valor de la energía reactiva máxima W_c a considerar conforme al consumo anual?, ¿En qué mes del año se produce el pico de energía reactiva?
- Calcular la potencia reactiva mínima Q_c de la batería de condensador a instalar en el sistema de distribución para el número de horas de funcionamiento mensual correspondiente.



SOLUCIÓN 2

En EXCEL con base a los resultados y para los datos de la empresa...

- Determinar la potencia reactiva mínima Q_c necesaria mensualmente y el promedio anual correspondiente.

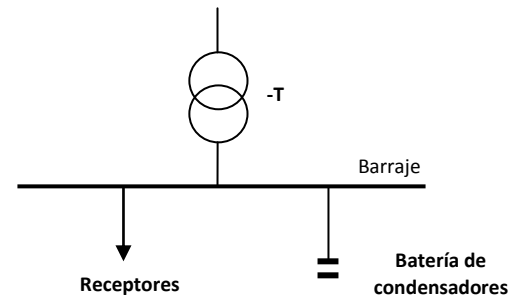
2.2. Selección del tipo de solución a implementar para la compensación

ESTUDIO a REALIZAR para las SOLUCIONES 1 & 2...

EXTRACTO PLIEGO DE CONDICIONES

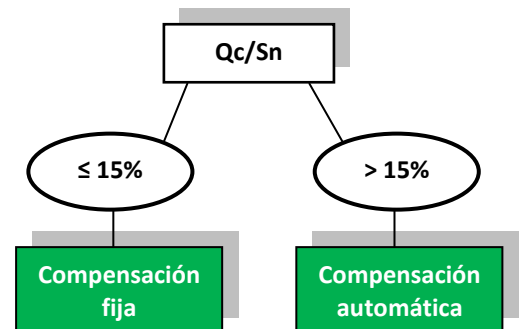
Transformador 20kV/400V - 630kVA

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.

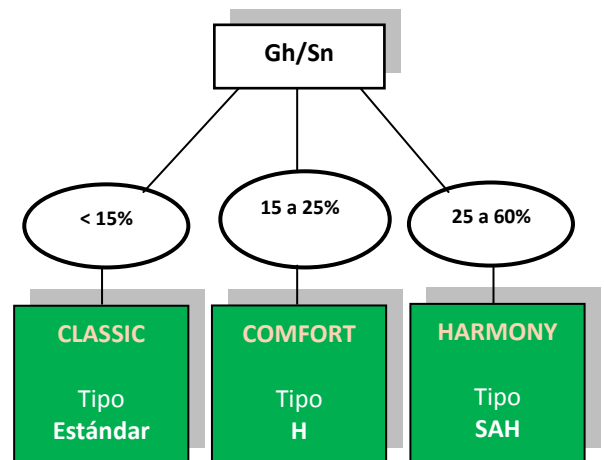


Con base a los datos del sistema de distribución...

- 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 **120kVA**.

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.



A partir del documento técnico DT3 «Precios-Compensadores automáticos»...

- Indicar el precio (1€ = 2550 COP) para la solución de compensación a implementar en la empresa.

Para la SOLUCIÓN 1



En EXCEL sobre un año...

- Trazar la evolución de la ganancia mensual para la empresa debida a la instalación del sistema de compensación.

Con base a los resultados...

- ¿Cuál sería la ganancia anual para la empresa si instala el sistema de compensación seleccionado?

Retorno de inversión

$$R.I (\%) = \frac{\text{Ganancia debida al proyecto} - \text{Costo equipamiento}}{\text{Costo equipamiento}}$$

Plazo de amortización

$$A (\%) = \frac{\text{Precio equipamiento}}{\text{Ganancia estimada}}$$

- Calcular el retorno de inversión **R.I** y el plazo de amortización **A** para la inversión de la empresa. ¿Cuál es entonces el tiempo de amortización correspondiente para el sistema de compensación?

Para la SOLUCIÓN 2



En EXCEL con base a los resultados y para los datos de la empresa...

- Determinar la energía reactiva **Wb** suministrada a la instalación por el equipamiento de compensación seleccionado para un funcionamiento nominal. ¿Qué se puede observar en cuanto a los costos debido al exceso de reactivo para la batería de condensador instalada? , ¿Cuál es el mayor inconveniente para la implementación de este tipo de solución?
- Deducir en consecuencia el costo correspondiente al exceso de energía reactiva consumida por la instalación (Sanción por exceso de reactivo).

2.3. FORMALIZACIÓN

Con base al estudio realizado para las 2 soluciones...

- Reportar, en el documento respuesta 1, los datos del sistema de compensación.
- Identificar y Justificar la solución más interesante de un punto de vista económico.

DOCUMENTO RESPUESTA 1

SISTEMA DE COMPENSACIÓN N°1

Potencia reactiva mínima de la batería de condensador a instalar Qc (VAr)			
Relación Qc/Sn		Compensación fija	
		Compensación automática	
Relación Gh/Sn		Estándar	
		H	
		SAH	
Potencia normalizada del sistema de compensación Qb (kVAr)		Referencia comercial	
Costo del sistema de compensación (€)		Correspondencia en MCOP	

SISTEMA DE COMPENSACIÓN N°2

Potencia reactiva mínima de la batería de condensador a instalar Qc (VAr)			
Relación Qc/Sn		Compensación fija	
		Compensación automática	
Relación Gh/Sn		Estándar	
		H	
		SAH	
Potencia normalizada del sistema de compensación Qb (kVAr)		Referencia comercial	
Costo del sistema de compensación (€)		Correspondencia en MCOP	
