

## TEMÁTICA

Distribución B.T

### ESTUDIO DIRIGIDO n°7.2

<b>Objetivo principal o Problemática</b>	<b>« ¿Cómo seleccionar una solución de compensación de la energía reactiva a partir de los consumos registrados por el proveedor? »</b>	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	<b>1</b>
Objetivo 3		
Objetivo 4		
Objetivo 5		
<b>Recursos y Condiciones de adquisición</b>	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
<b>Criterios de evaluación</b>	Ver tabla de evaluación	
<b>Duración</b>	4h00	
 <b>SEGURIDAD</b>	Para el desarrollo de esta guía es necesario ...	

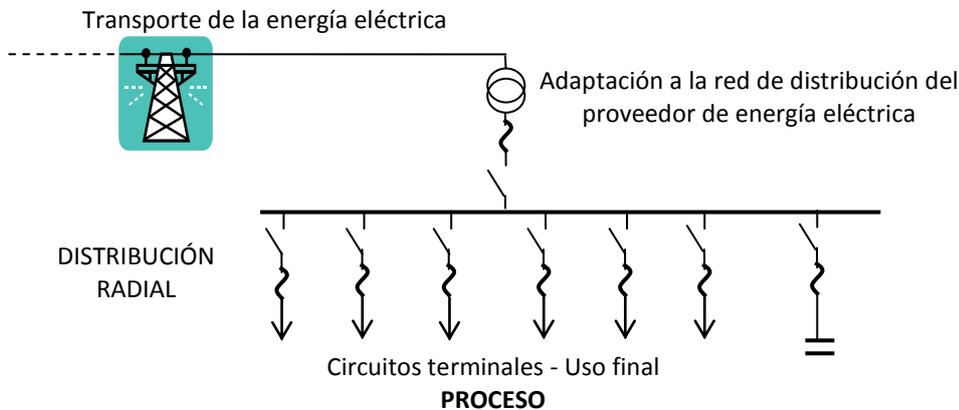
### Compensación de la energía reactiva en ambiente normal (no contaminado)

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  $\phi_1$  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.

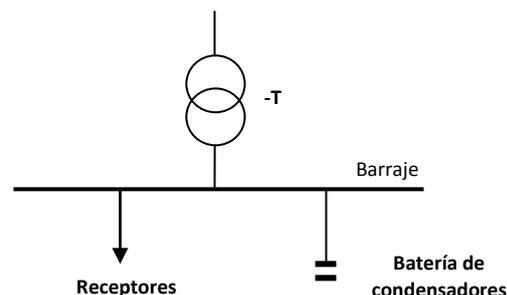
## 2.2. Selección del tipo de solución a implementar para la compensación

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

#### EXTRACTO PLIEGO DE CONDICIONES

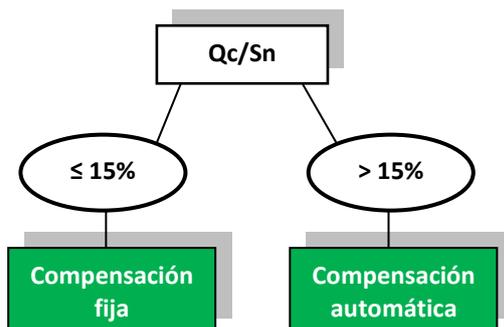
##### Transformador 20kV/400V - 630kVA

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:

- $Qc/Sn \leq 15\%$ : compensación fija,
- $Qc/Sn > 15\%$ : compensación automática.

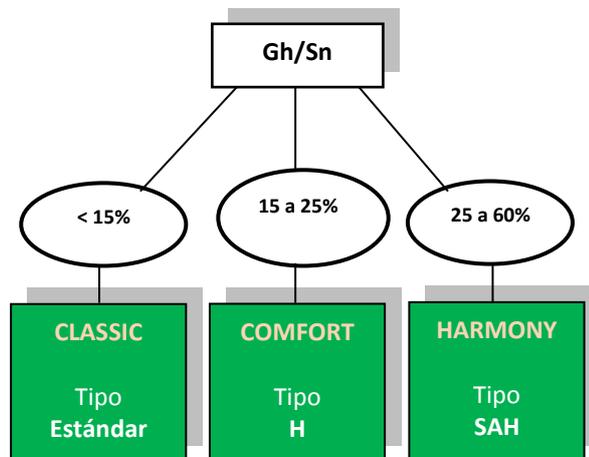


#### Con base a los datos del sistema de distribución...

- 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 <b>Qc</b> (VAr)			
Relación <b>Qc/Sn</b>		Compensación fija	
		Compensación automática	
Relación <b>Gh/Sn</b>		Estándar	
		H	
		SAH	
Potencia normalizada del sistema de compensación <b>Qb</b> (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 <b>Qc</b> (VAr)			
Relación <b>Qc/Sn</b>		Compensación fija	
		Compensación automática	
Relación <b>Gh/Sn</b>		Estándar	
		H	
		SAH	
Potencia normalizada del sistema de compensación <b>Qb</b> (kVAr)		Referencia comercial	
Costo del sistema de compensación (€)		Correspondencia en MCOP	

-----

-----

-----