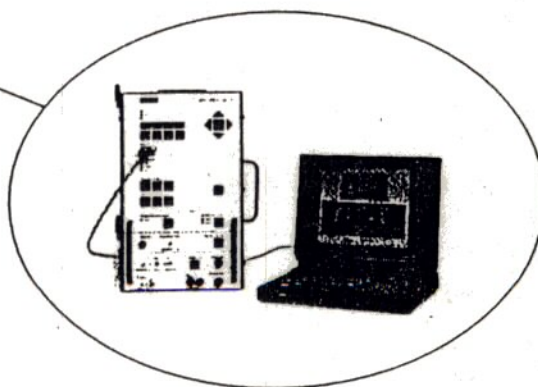
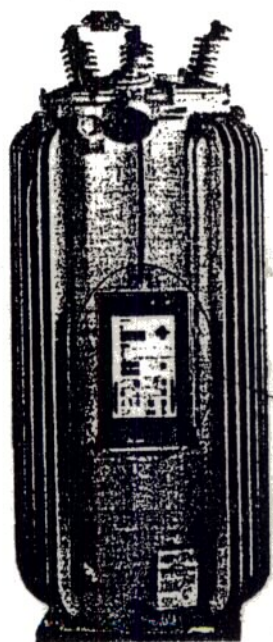


SIEMENS

Ing. ELVIO DANIEL ANTON

Estabilizadores Automáticos de Voltaje para Media Tensión



Generalidades

Contacto en SIEMENS SA:

Ing. Fernando G. Roza

Distribución de Energía y Transporte

Tel: (+54 1) 738-2600/7100 int. 3925

Fax: (+54 1) 738-7319/7195



Estabilizador Automático de Media Tensión

Generalidades

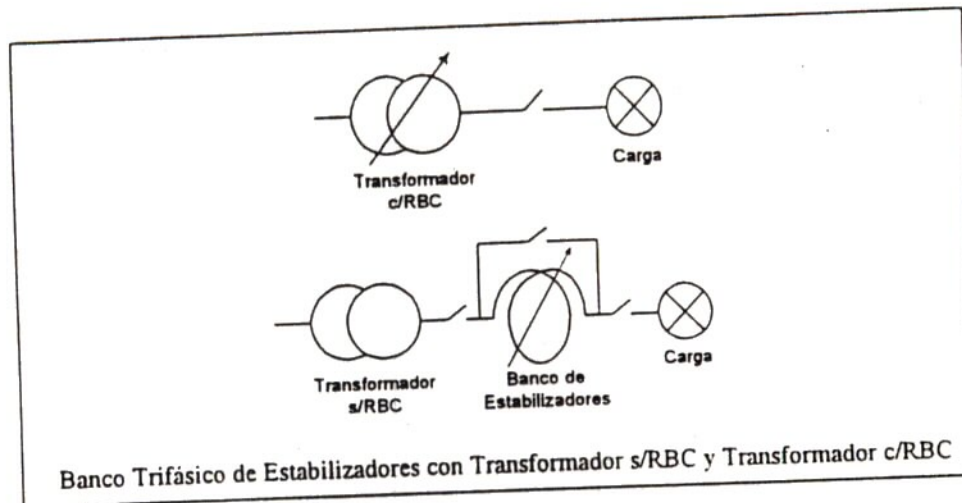
Ante los requerimientos de calidad de servicio (fluctuaciones en los niveles de tensión fuera de norma), ante la imposibilidad de mejorar los niveles de tensión debido a caídas en las líneas motivadas por expansiones sucesivas, aumentos de las cargas individuales ó ante la imposibilidad de dar un servicio eficiente a una carga no planificada; la solución más adecuada técnica y económicamente, en la mayoría de los casos, es el **Estabilizador Automático de Media Tensión** (de aquí en adelante **Estabilizador**).

Otra aplicación de los **Estabilizadores** es en subestaciones transformadoras, usándolos en conjunto con transformadores con regulación en vacío reemplazando a los que tienen regulación bajo carga. Entre las ventajas que se obtienen son:

- La posibilidad de que cuando se haga el mantenimiento periódico del conmutador (necesario tanto en los transformadores con regulación bajo carga como en los **Estabilizadores**), la carga no quede sin energía ya que se los puentea con los seccionadores del esquema. De esta forma se evitan penalizaciones y que además **no se facture**.

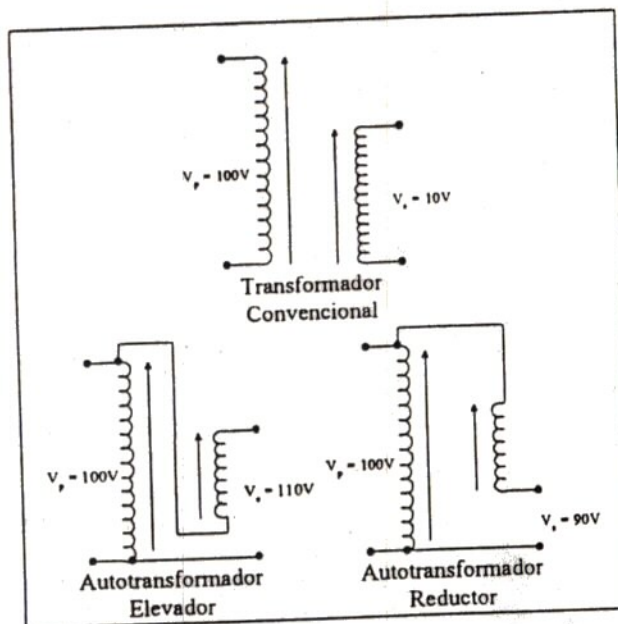
La facilidad de puentear a los estabilizadores no es posible con el conmutador bajo carga de los transformadores debido a que este es interno.

Siemens recomienda mantenimiento cada 100.000 maniobras o cada 5 años.



- La compensación es fase por fase, es decir que estabiliza la tensión a pesar que la carga sea desequilibrada, diferente a lo que hace el regulador bajo carga incluido en un transformador.
- Desde el vamos, en la mayoría de los casos el conjunto transformador con regulador en vacío más un banco de reguladores monofásicos, es más económico que un transformador con regulador bajo carga. Esto es más notable conforme disminuye la potencia.

Principio de Funcionamiento



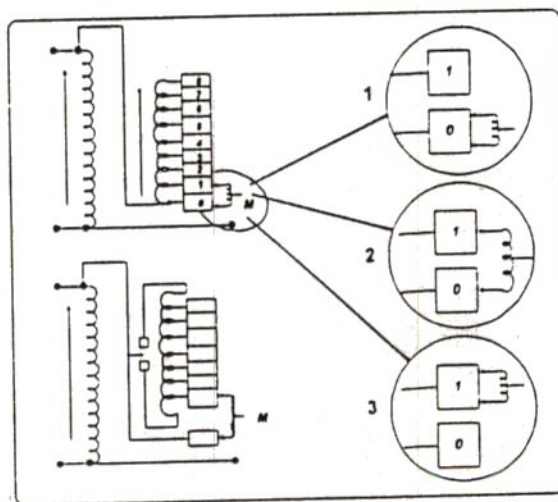
Básicamente el *Estabilizador* está constituido por un autotransformador relación 10:1, un conmutador bajo carga y un sistema de control automático microprocesado. El devanado en serie con la línea del autotransformador es capaz de incrementar o disminuir la tensión

de la misma en un 10%, dependiendo de que el mismo este conectado en adición o sustracción respectivamente.

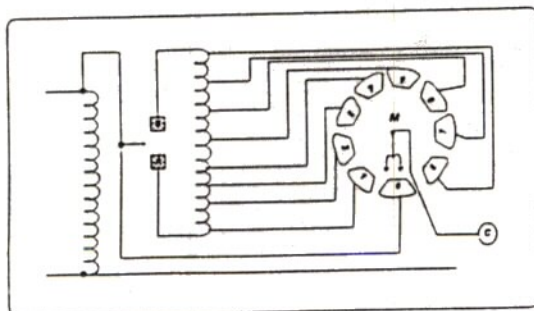
Para obtener una regulación fina, el devanado está dividido en 8 pasos de $1\frac{1}{4}\%$. Cada paso está conectado a una sección fija, que llamaremos tap formando un panel circular. Sin embargo cambiar de un tap a otro trae aparejado una discontinuidad resultante, además de la aparición de arcos eléctricos.

Para eliminar la citada discontinuidad durante el paso de un tap a otro, se usa 2 contactos móviles unidos mecánicamente operando como una unidad. Estos contactos están separados físicamente de forma tal que nunca ambos estarán sin hacer contacto al mismo tiempo es decir cuando uno de ellos está pasando de un tap a otro (sin hacer contacto), el restante está efectivamente haciendo contacto.

Los dos contactos móviles están conectados eléctricamente uno con el otro por medio de un reactor, también llamado autotransformador preventivo, mientras que el punto medio M de este reactor se conecta al terminal de salida del regulador C.

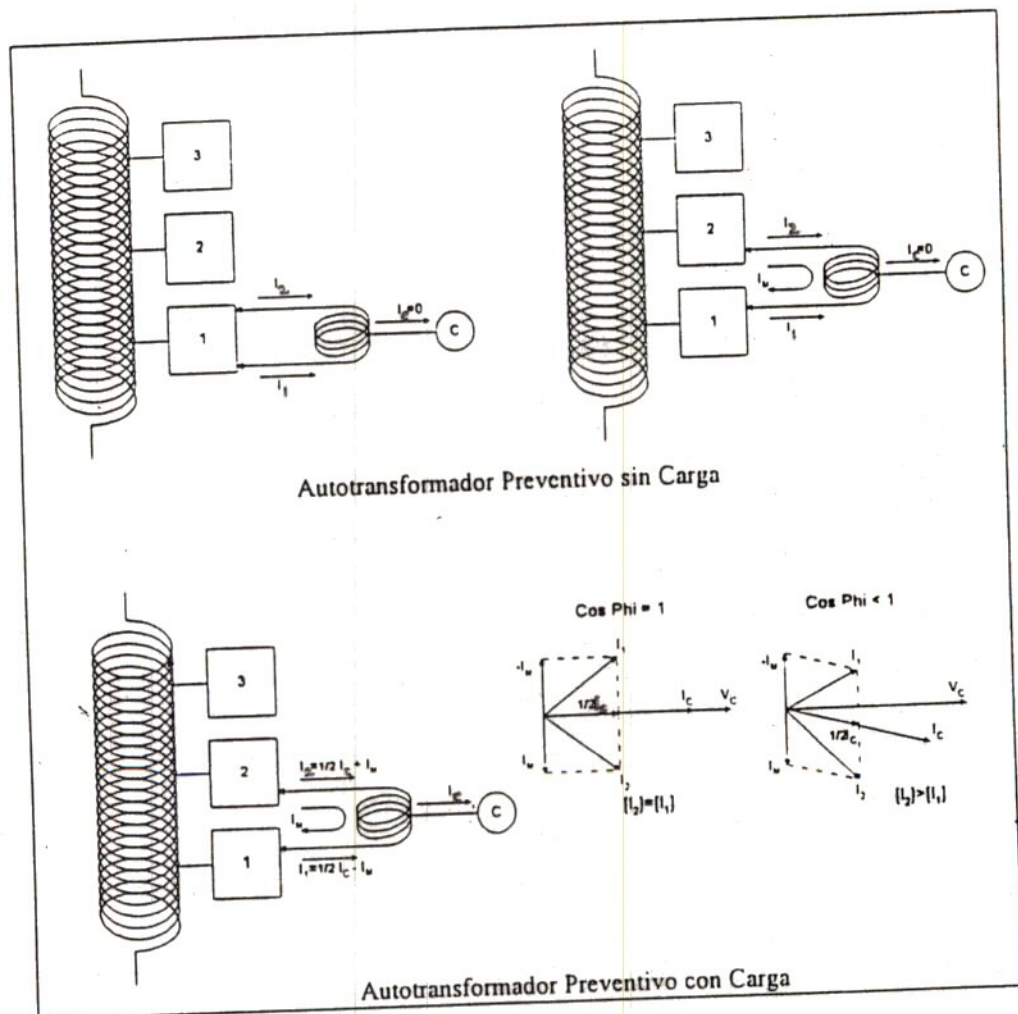


En la ventana 1 se observa los contactos móviles en la posición neutra (tap 0), es decir que la tensión de salida es la misma que la tensión de la línea a la entrada. En la ventana 2 cuando el primer contacto móvil llega al tap N° 1 el restante permanece aún en el tap N° 0, habiendo una diferencia de potencial entre ambos contactos móviles de $1\frac{1}{4}\%$. En esta situación M está a la mitad del potencial de los contactos fijos, es decir $\frac{5}{8}\%$. Cuando ambos contactos móviles alcanzan el tap N° 1 la diferencia de potencial entre ellos es nula pero M tiene una tensión mayor de $1\frac{1}{4}\%$, que cuando los contactos estaban en 0.



Operación del Autotransformador Preventivo

El autotransformador preventivo es uno de las partes más interesantes y menos entendidas de los reguladores. Este devanado permite tener un paso de $\frac{5}{8}\%$ que corresponde a la mitad de la diferencia de tensión entre cada tap del regulador. También elimina la discontinuidades durante el cambio de tapas así como la interrupción del flujo de potencia que dicho cambio trae aparejado.



En la figura se observa los diagramas vectoriales cuando el factor de potencia es resistivo y cuando el mismo es inductivo-resistivo (la mayoría de los casos). La corriente de excitación I_M está 90° atrasada respecto a V_C , en el primer caso la corriente I_1 es igual a I_2 en valor absoluto. Cuando el factor de potencia es < 1 la corriente I_2 es mayor que I_1 .

Operación del Control Automático

La operación manual de un regulador no tiene una aplicación práctica puesto que debería haber una persona las 24Hs. observando continuamente los instrumentos indicadores y

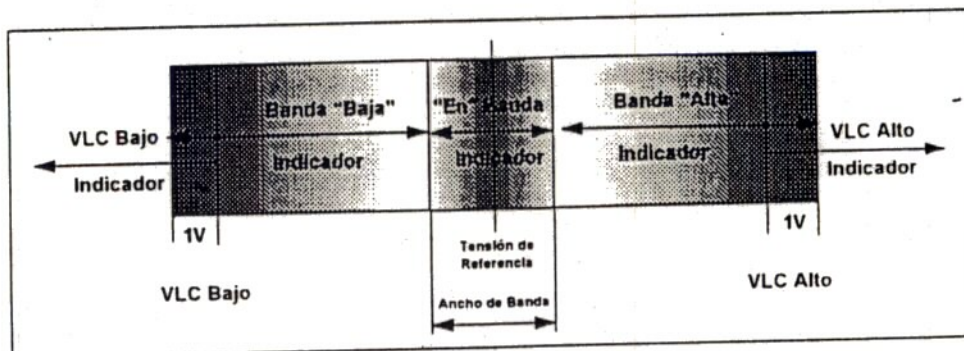
conmutando manualmente. Para la mayoría de las aplicaciones es imperativo que la posición del conmutador esté controlada automáticamente por medio de un preciso dispositivo de control, sensible a las variaciones de la tensión.

El control es obtenido mediante un sistema automático. Dicho sistema basado en un microprocesador compara la tensión desde un transformador de tensión que monitorea la salida del **estabilizador** con el nivel de tensión fijado para el cliente. Si la tensión es menor que el valor fijado, el control accionará al regulador de forma tal que aumente la tensión de salida, si el valor es mayor que el fijado será el efecto contrario.

Debido a que el paso es de $\frac{5}{8}\%$ para el regulador sería muy difícil alcanzar una paridad exacta. La tensión de salida sería siempre un poco mayor o un poco menor que el valor de referencia, esto traería aparejado la operación continua del conmutador con el fin de llegar a ese valor prefijado. Para evitar esto se recurre a una banda de tensión, donde el regulador solo actuará si se sale dentro de este rango. Si se considera que el paso mínimo es de 0,625% a 220V es decir 1,375V, la ventana o banda de tensión mínima será de 2,75V ó $\pm 1,375V$.

Algunos sistemas corrigen por si mismos fluctuaciones de la tensión en el sistema. Un ejemplo de ello sería cuando un motor arranca, el pico de corriente trae aparejado una caída de la tensión, sin embargo cuando alcanza el régimen la tensión se regulariza. Para evitar que el regulador actúe en estos casos se introduce un retardo al control del mismo, este retardo le permite actuar solamente si la diferencia se mantiene después del retardo. Dicho retardo es ajustable a partir de 10seg y de 10 en 10 hasta los 180seg.

A partir de una tensión de referencia fijada (tensión de servicio deseada) y una banda de tensión (ancho de banda) en la cual esta puede fluctuar (siempre dentro de los valores máximos permitidos), el regulador actuará cuando la tensión sea superior o inferior a los extremos superior e inferior respectivamente de la banda de tensión.



El rango máximo de regulación es de $\pm 10\%$ respecto a la tensión de servicio en ± 16 pasos del regulador más la posición neutra.

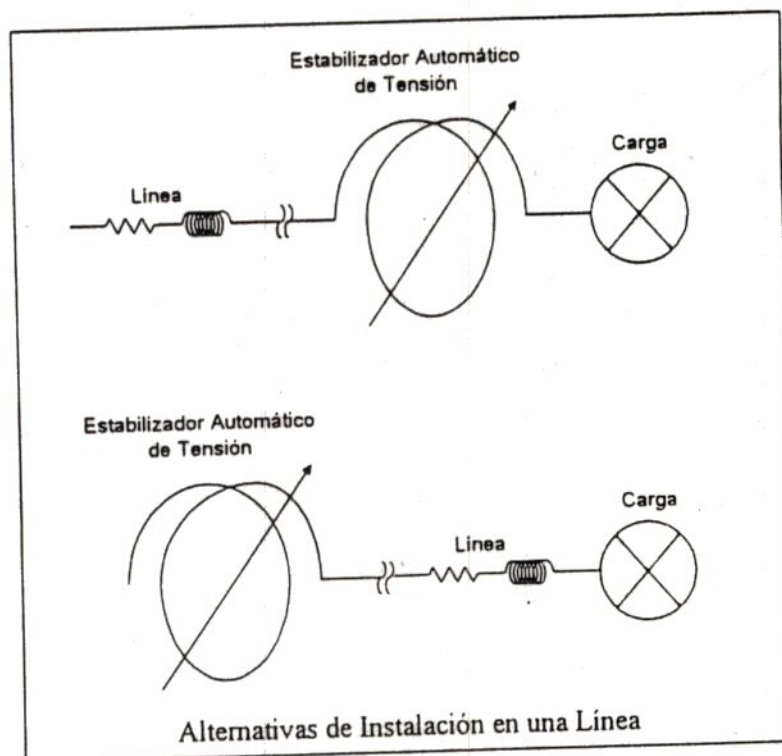
- Como regla general los **estabilizadores** deben ser colocados lo más cerca posible de la carga. Esto es debido fundamentalmente a la caída de tensión que se produce entre el regulador y la carga. Pero consideraciones prácticas en muchos casos requieren que el regulador no pueda estar en las cercanías de la carga. En este caso es necesario una compensación adicional para la caída de tensión de la línea.

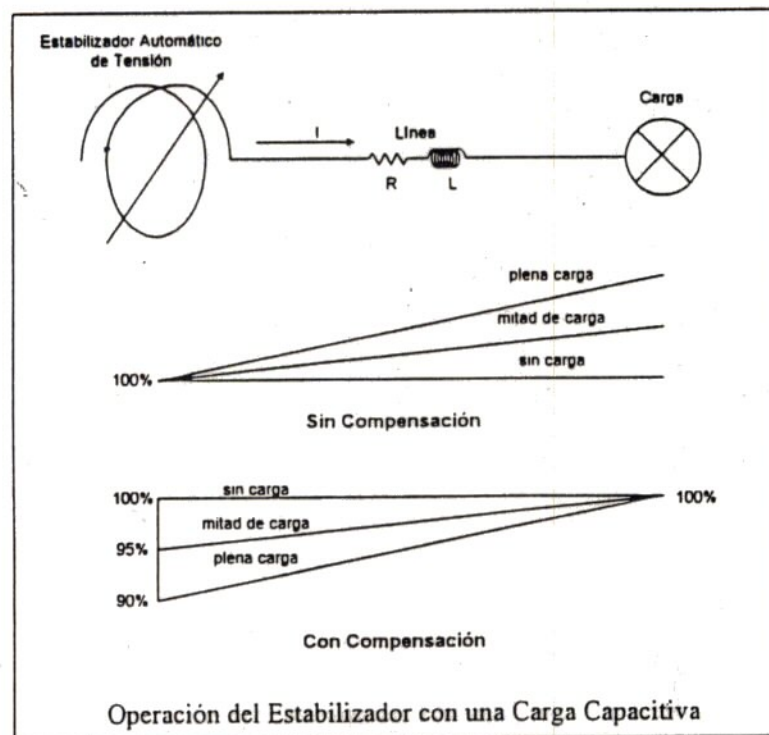
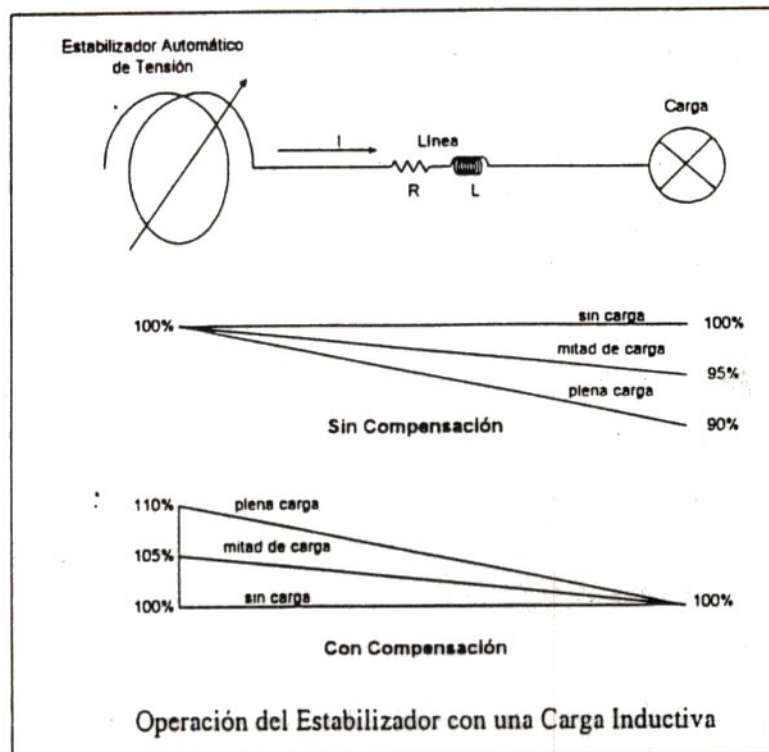
Considerando que las caídas de tensión en la línea son función de la corriente de la carga, el **estabilizador** deberá medir dicha corriente y simular internamente una caída de tensión que represente la de la línea. La caída que se simulará en el sistema de control automático, se efectúa adicionando al control del mismo una resistencia y una bobina. Este circuito elemental tiene los elementos variables y son ajustables de forma tal de conseguir el valor de tensión necesario.

El cálculo de la correcta fijación del circuito adicional deberá estar basado en las dimensiones y distancias entre los conductores de la línea así como la distancia hasta el centro de carga.

Si las características de la línea son conocidas con anterioridad, los ajustes del control pueden ser ya fijados directamente desde fábrica.

En el caso de que el **estabilizador** no este al lado de la carga y haya una línea entre ellos, el panel de control del mismo puede ser cargado con las características de la línea, es decir sección, longitud y disposición de conductores. De esta forma el **estabilizador** también compensa la caída de tensión de la línea dando a la carga siempre una tensión regulada independientemente de la corriente.





- Una función destacable es el hecho de que si hipotéticamente cambia el sentido del flujo de la energía, el panel de control del **estabilizador** detecta dicho cambio y conmuta automáticamente a los parámetros que anteriormente se fijaron para dicha posibilidad.

Es decir que los **estabilizadores** se comportan realmente como si fueran dos máquinas con características de regulación totalmente distintas, lo cual es lógico ya que es muy improbable que la carga y la línea sean idénticas de un lado y del otro.

- El dispositivo "Vari-Amp" permite operar con una corriente mayor que la nominal, logrando este propósito disminuyendo el margen de regulación. Eso permite mayor flexibilidad, permitiendo que la zona de regulación sea reducida en segmentos de 1¼%. Todo lo necesario para ajustar dicha zona es mover la perilla de ajuste situada en el costado del indicador de posiciones del conmutador; no siendo necesario que el límite superior sea idéntico al inferior. Tampoco es necesario retirar al **estabilizador** para realizar el ajuste, siempre teniendo en cuenta que este no debe realizarse mientras el conmutador este en funcionamiento.

Regulación %	Corriente %
+10	100
+8,75 (8¾)	110
+7,5 (7½)	120
+6,25 (6¼)	135
+5	160

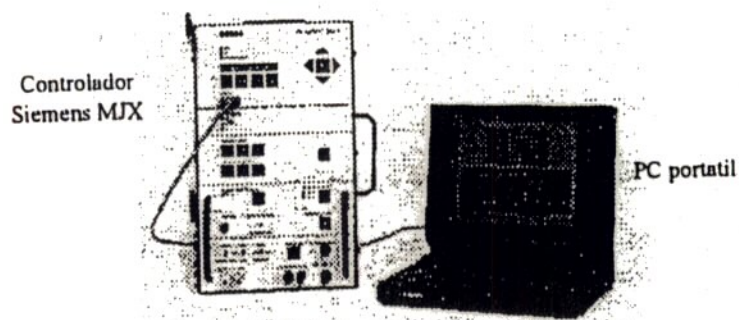
- Se posee la posibilidad de ubicar en forma remota el panel de control, por ejemplo se tiene un **estabilizador** montado en un poste, el panel puede ir sin ningún inconveniente en la base de dicho poste.

Todo lo citado anteriormente, es respecto al funcionamiento de los paneles de control funcionando estrictamente como elemento de control de los **estabilizadores**, entre las funciones adicionales que ofrecen dichos equipos son:

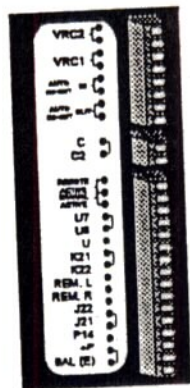
- Funciones avanzadas, tales como:
 - Control para reducción de la tensión
 - Contadores de operaciones
 - Protección con password
 - Se pueden instalar versiones más nuevas por soft, mediante la interfaz local RS 232
 - Posibilidad de fijar parámetros diferenciados para casos de cambio del sentido del flujo de energía.
- Medición
 - Valores en tiempo real de tensiones, corrientes, potencia y energía
 - Demandas de corriente y potencia
 - Mínimos y máximos con registro de hora y fecha
 - Soporte para cálculos trifásicos
 - Cálculo de armónicas
- Almacenamiento de datos
 - Eventos
 - Múltiples tipos de eventos
 - Registros de la hora
 - Alta capacidad
 - Periodos (Intervalos)

Intervalos configurables
Alta capacidad

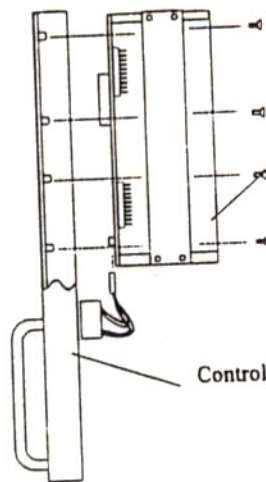
- Alarmas para:
 - Medición
 - Seguimiento de posiciones del cambiador de tomas
 - Control remoto
 - Errores en el control
- Autodiagnóstico
 - Capacidad integrada de autodiagnóstico
 - Funcionamiento continuo del autodiagnóstico
 - Temporizador en el programa de auto chequeo que restablece el control en caso de falla
- Comunicaciones locales



- Protocolo normalizado
- Obtención de datos
- Configuración
- Compatible con lectores portátiles
- Dirección seleccionable
- Cables normalizados (Disponibles en el mercado)
- Comunicaciones remotas
 - Salida dedicada de comunicaciones
 - Selección de interfaces
 - Selección de protocolos
 - Opciones que se pueden instalar en el terreno
 - Conexión en paralelo de las comunicaciones de dos o más controladores
 - Protección incorporada contra picos de voltaje



Bornera Lateral



Módulo de comunicaciones RS 232/485 ó fibra óptica (vista lateral)

Controlador Siemens MJX

Características Constructivas

- Descargador externo de by-pass.
- Tanque de acero inoxidable.
- Pintura poliéster aplicada electrostáticamente.
- Transformador de corriente de baja tensión encapsulado. Permite el rápido y fácil mantenimiento o bien el cambio del mismo.
- Indicador de posición del conmutador muy visible.

Dimensionamiento de un Estabilizador Automático de Media Tensión

Para determinar el *Estabilizador* necesario para una aplicación, algunas veces se cometen equivocaciones en lo que respecta a la potencia a requerir, siendo generalmente los valores determinados mayores a las necesidades.

La potencia del regulador es función de la corriente, de la tensión y del nivel de regulación.

Como regla general la potencia del banco de reguladores monofásicos (en el caso de tener una carga trifásica) o bien del regulador monofásico (en el caso de carga monofásica) es del 10% de la carga, considerando que el rango de regulación que se desea es de un 10%.

Entonces la potencia necesaria se determina como:

$$\text{Potencia [Kva]} = \frac{E[V] \times I[A] \times \% \text{regulación}}{1000}$$

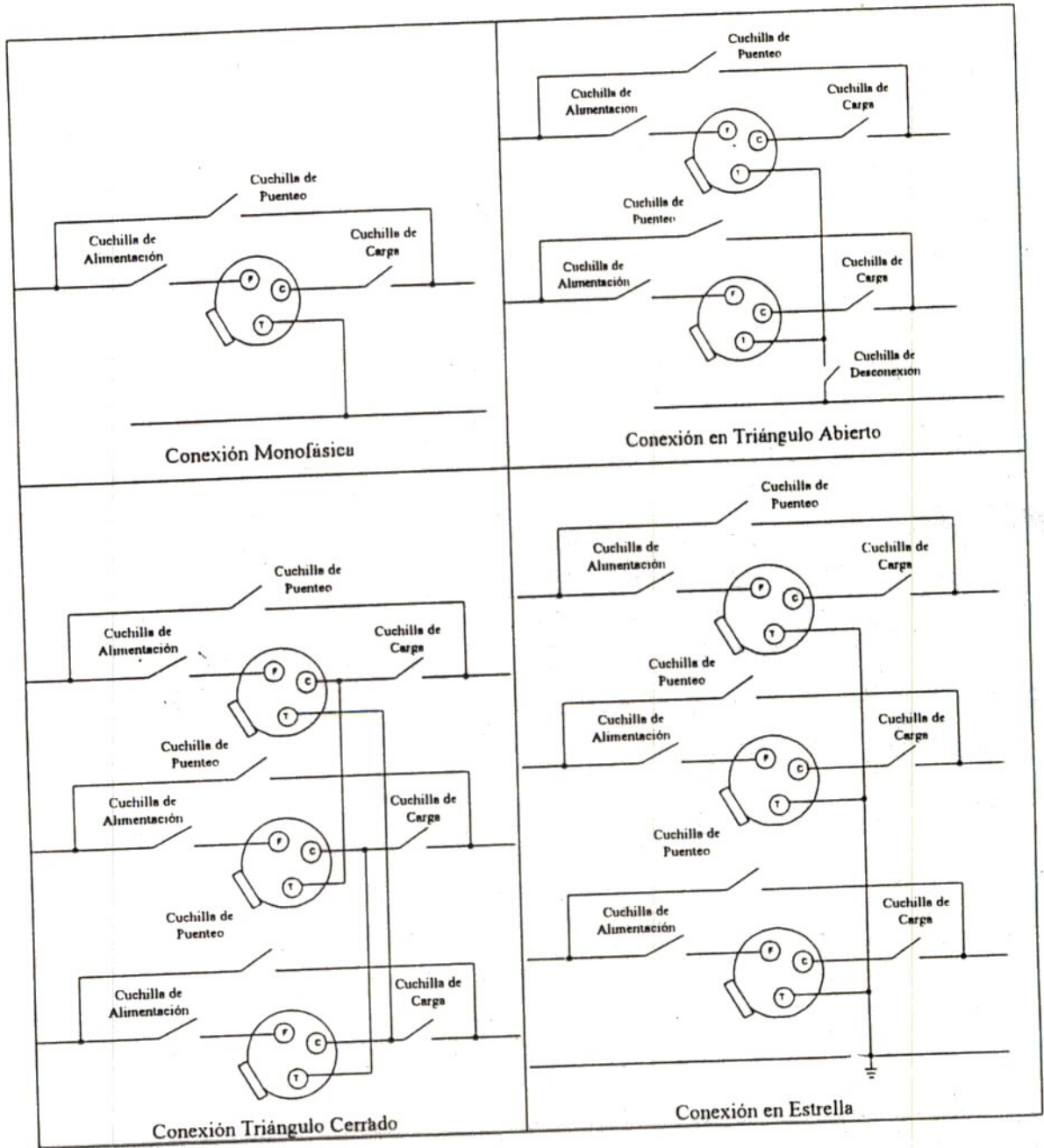
E : Tensión aplicada al regulador

I : Corriente de la línea

Ejemplo: Para un sistema de 13,2kV, una corriente de 50A, una regulación deseada del 10% y una carga monofásica, la potencia necesaria será

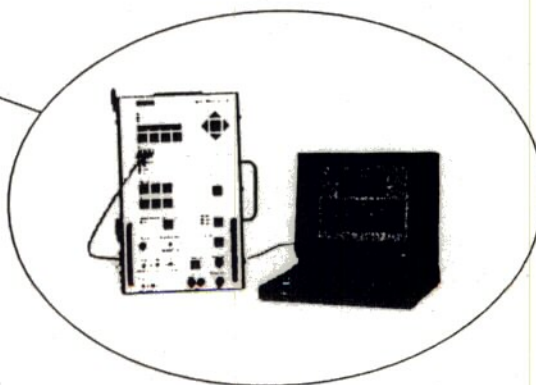
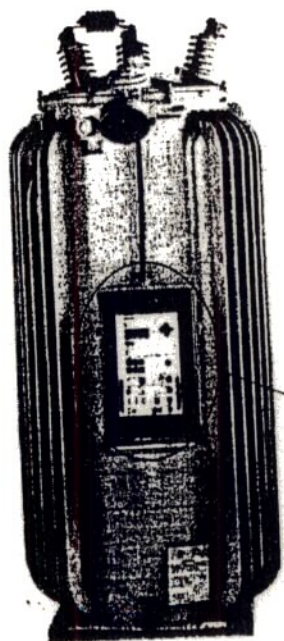
$$\text{Potencia [Kva]} = \frac{7,62 \times 50 \times 0,1}{1} = 38,1 \text{Kva}$$

Diagramas de Instalación



SIEMENS

Estabilizadores Automáticos de Voltaje para Media Tensión

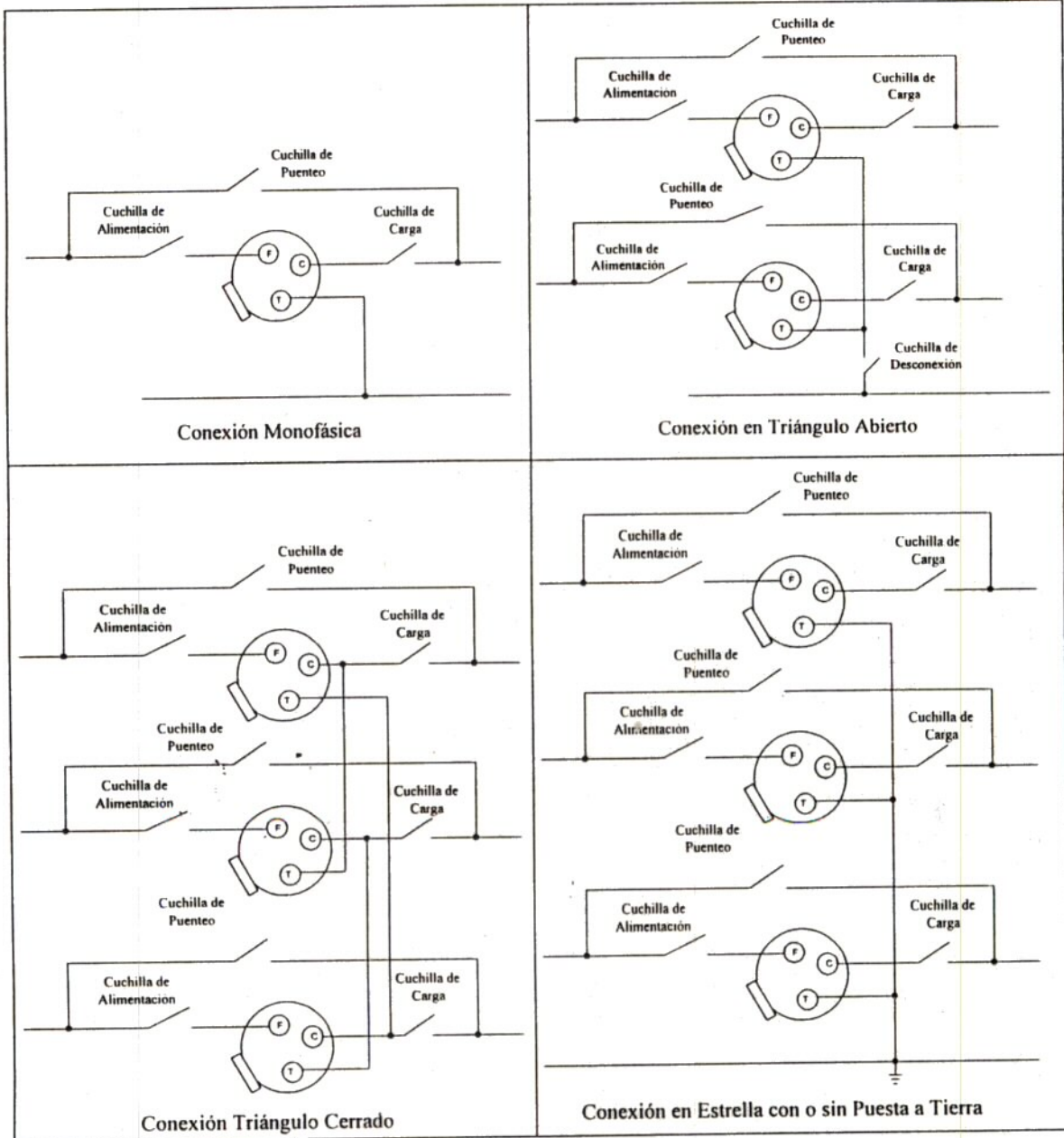


Alternativas de Instalación

Contacto en SIEMENS SA:
Distribución de Energía y Transporte
Tel: (+54 1) 738-2600/7100 int. 3925
Fax: (+54 1) 738-7319/7195
Ing. Fernando G. Roza

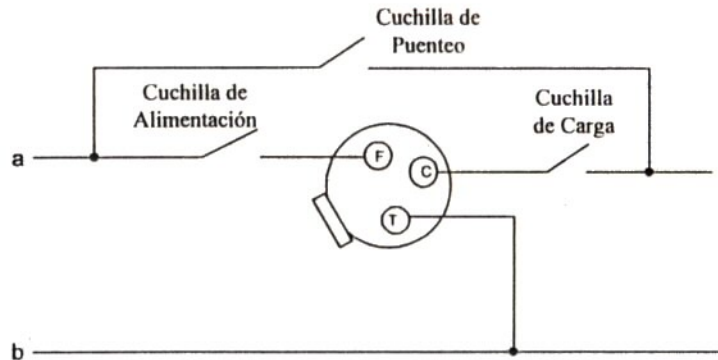
Alternativas de Instalación

La versatilidad del estabilizador permite múltiples alternativas para su instalación en la red, tal como se describe a continuación:



Conexión Monofásica

Este tipo de instalación es aplicable en aquellos tendidos rurales donde la carga no amerita que reciba una alimentación trifásica.



Para determinar el estabilizador a utilizar se debe considerar lo siguiente:

$$\text{Potencia [Kva]} = \frac{U_{ab}[\text{kV}] \times I[\text{A}] \times \% \text{regulación}}{100}$$

Por lo tanto para una regulación del 10%, la potencia del estabilizador será un 10% de la potencia de la carga.

Conexión en Estrella

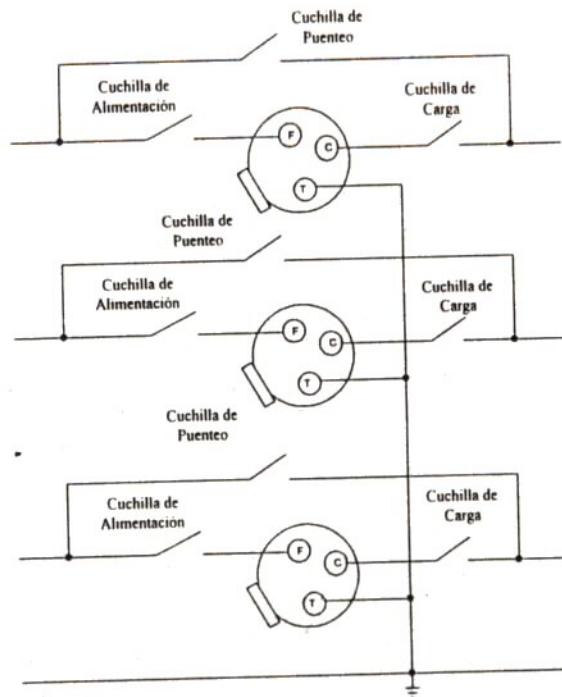
En aquellas instalaciones de media tensión trifásicas de tres conductores, tal como se tiene en Argentina, el uso de tres estabilizadores en estrella con el centro de la misma sin conexión a tierra no es recomendable. El neutro o punto común es flotante y en condiciones de carga desbalanceada podría causar el corrimiento del mismo.

La potencia del banco es:

$$\text{Potencia [Kva]} = \sqrt{3} \times \frac{U_{\text{linea}}[\text{kV}] \times I[\text{A}] \times \% \text{regulación}}{100}$$

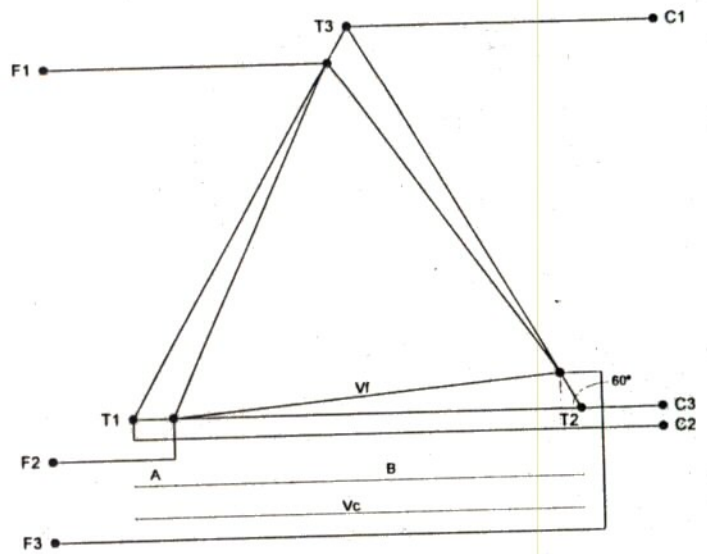
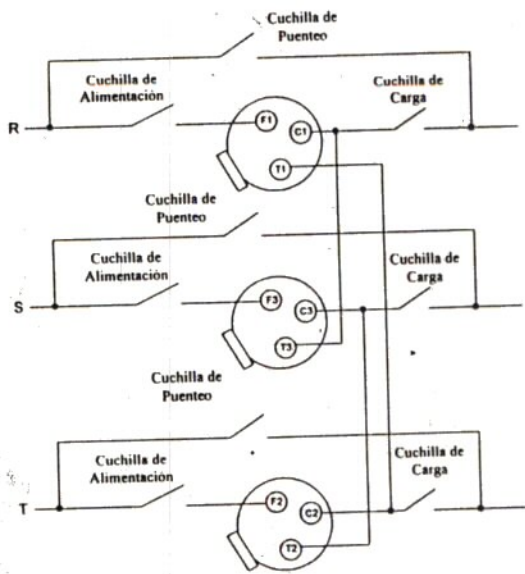
Por lo tanto la potencia de cada estabilizador será:

$$\text{Potencia [Kva]} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{U_{\text{linea}}[\text{kV}] \times I[\text{A}] \times \% \text{regulación}}{100}$$



Conexión en Triángulo Cerrado

La ventaja de esta conexión es que permite una regulación de aproximadamente $\pm 15\%$, a pesar que la regulación máxima que brinda cada estabilizador en forma individual es de $\pm 10\%$. Esta regulación adicional, se obtiene de la siguiente manera:



F_{1,2,3} =Fuente
 C_{1,2,3} =Carga
 T_{1,2,3} =Tierra
 V_f = Tensión de fuente V_f²
 B = Tensión de excitación
 A = Tensión serie (10% de B)
 V_c = Tensión de carga

$$\begin{aligned}
 V_f^2 &= (B - A \cdot \cos 60^\circ)^2 + (A \cdot \sin 60^\circ)^2 \\
 &= (B - A \cdot \cos 60^\circ)^2 + (A \cdot \sin 60^\circ)^2 \\
 &= (10 \cdot A - 0,5 \cdot A)^2 + (0,866 \cdot A)^2 \\
 &= (9,5 \cdot A)^2 + (0,866 \cdot A)^2 \\
 &= 90,99 \cdot A^2 \Rightarrow A = V_f / 9,535
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= A + B \\
 &= A + 10 \cdot A \\
 &= 11 \cdot A \\
 &= 11 \cdot V_f / 9,535
 \end{aligned}$$

$$\therefore V_c = 1,153 \cdot V_f$$

La potencia del banco es:

$$\text{Potencia [Kva]} = 3 \times \frac{U_{\text{linea}}[\text{kV}] \times I[\text{A}] \times \% \text{regulación}}{100}$$

Por lo tanto la potencia de cada estabilizador será:

$$\text{Potencia [Kva]} = \frac{U_{\text{linea}}[\text{kV}] \times I[\text{A}] \times \% \text{regulación}}{100}$$

Si comparamos estas expresiones con las obtenidas para calcular la potencia del banco de estabilizadores conectados en estrella, podemos observar que son $\sqrt{3}$ mayores. Esto se explica ya que la corriente pasa en su totalidad por el devanado serie del estabilizador, además de estar aplicándose la tensión de línea.

A pesar de lo anterior, y refiriéndonos a lo explicado inicialmente, la bondad de esta conexión radica en la regulación extra que se consigue.

En el supuesto caso que sea necesario si o sí la conexión triángulo y recordando al dispositivo "Vari-Amp", se puede restringir el rango de regulación de la máquina y por lo tanto aumentar la corriente que puede circular.

Las corrientes máximas que podrán circular limitando la regulación en una conexión triángulo cerrado serán:

Regulación %	Corriente %
+15	100
+13,125 (13 $\frac{1}{8}$)	110
+11,25 (11 $\frac{1}{4}$)	120
+9,375 (9 $\frac{3}{8}$)	135
+7,5 (7 $\frac{1}{2}$)	160

Se puede observar que para una regulación de poco menos del 10%, podrá circular un 35% más que la corriente nominal.

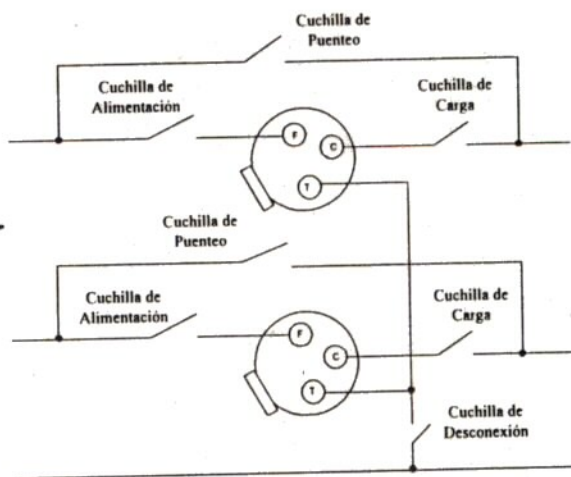
Para comparar, si se limita la regulación en la conexión estrella la corriente será:

Regulación %	Corriente %
+10	100
+8,75 (8¾)	110
+7,5 (7½)	120
+6,25 (6¼)	135
+5	160

Conexión en Triángulo Abierto

Si las posibilidades de poner a tierra el punto común o neutro del banco conectado en estrella son problemáticas, se puede apelar a la conexión triángulo abierto.

Si no es problema la puesta a tierra, la elección de un sistema en estrella o en triángulo abierto es una ecuación técnico-económica. Esto es debido a que por un lado la conexión triángulo abierto usa solo dos estabilizadores, pero estos están tanto afectados por la tensión de línea como por toda la corriente de cada fase, ídem a la conexión triángulo cerrado. Contrario a lo que ocurre con los estabilizadores en estrella ya que por ellos circula efectivamente también toda la corriente de fase pero son afectados solamente por la tensión de fase. Esto trae aparejado que la potencia de cada estabilizador es mayor en la conexión triángulo abierto (y cerrado) que la en estrella y por lo tanto es más caro.



La potencia del banco es:

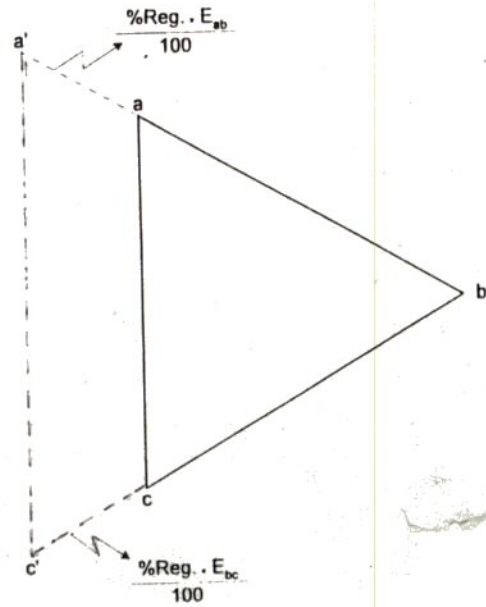
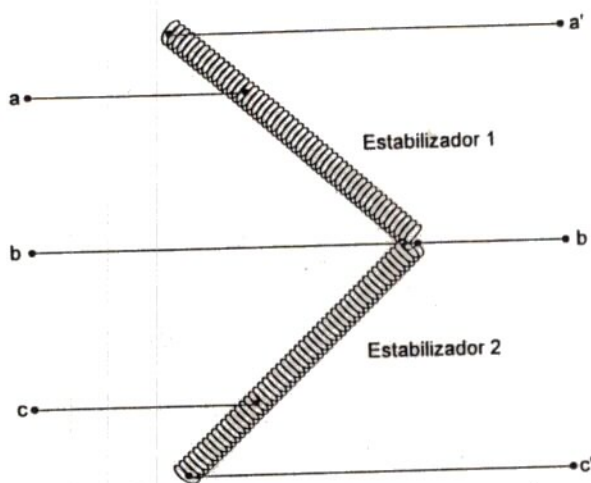
$$\text{Potencia [Kva]} = 2x \frac{U_{\text{linea}} [\text{kV}] \times I [\text{A}] \times \% \text{regulación}}{100}$$

SIEMENS

Por lo tanto la potencia de cada estabilizador será:

$$\text{Potencia [Kva]} = \frac{U_{\text{linea}} [\text{kV}] \times I [\text{A}] \times \% \text{regulación}}{100}$$

El principio de funcionamiento de la conexión triángulo abierto es:



SIEMENS S.A.

5.0 Funciones

5.1 Tensión de referencia (V REF) (Código 01 - 51)

Esta función tiene como fin ajustar el nivel de tensión de la línea, de manera tal que la línea permanezca lo más estable posible, independientemente de la carga a que esté sometido el regulador.

Existe en los reguladores monofásicos de 32 escalones un TP instalado del lado carga que provee una muestra de la tensión de la línea. Cuando el regulador está sometido a la tensión nominal de la línea, el valor de la tensión del secundario de este TP es de aproximadamente 120V.

El sensor de tensión del control tiene como fin comparar la tensión provista por el TP y la tensión de referencia ajustada en este parámetro, con el objeto de mantener la tensión en la línea constante.

Luego, suponiéndose que la tensión ajustada sea de 120V, si hay una variación en la tensión medida, el sensor del control TB-R1000 detectará inmediatamente la diferencia entre el valor ajustado y el valor medido, actuando en el conmutador de forma tal que ajuste la tensión medida dentro de la franja de parametrización.

La secuencia de código 01 se refiere a los parámetros de flujo directo y la secuencia de código 51 a los parámetros de flujo inverso.

5.2 Insensibilidad (INS VOLT) (Código 02 - 52)

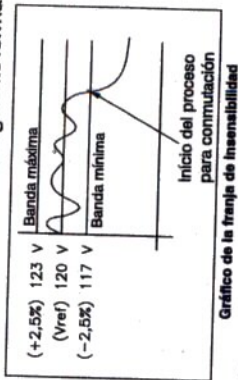
El ajuste de la insensibilidad determina la franja de precisión, a partir de la tensión de referencia (V REF), dentro de la cual el regulador considera que no es necesaria la conmutación, estableciendo así la variación máxima de la tensión en la carga.

Ejemplo:

- VREF = 120V
- INS = 3V ó (2.5%)
- Franja = 120 +/- 3V ó (2.5%)
- Banda máxima = 123V
- Banda mínima = 117V

La conmutación se realizará cuando la tensión salga fuera de la franja de

insensibilidad, siendo de la siguiente forma:



Eso quiere decir que en la franja de 117 a 123V no hay conmutación. El control TB-R1000 no le emite ningún comando de subir o bajar al conmutador.

La secuencia de código 02 se refiere a los parámetros de flujo directo y la secuencia de código 52 se refiere a los parámetros de flujo inverso.

5.3 Temporización (TEM S) (Código 03 - 53)

Selecciona el tiempo para iniciar la corrección en la línea de transmisión.

La finalidad de la temporización es evitar conmutaciones desnecesarias en función de variaciones rápidas de tensión. Sin ella se produciría un número excesivo de conmutaciones, provocando el desgaste mecánico acelerado del conmutador. De esa forma, la corrección de tensión se produce solamente cuando hay variaciones de tensión cuyas intensidades estén por fuera de los valores ajustados por la tensión de referencia y anchura de franja, y por período mayor que el determinado en la temporización.

Otra finalidad también importante es la coordinación entre dos o más reguladores de tensión encendidos en cascada. El que esté más cerca de la fuente deberá responder en menor tiempo a las variaciones de tensión, así evita un número excesivo de operaciones de los demás reguladores.

Existen dos modalidades de temporización para que actúe el control y que se seleccionan mediante el "código 03" L/I (tiempo lineal/tiempo inverso):

- **Tiempo Lineal:** El tiempo para actuar es el mismo al seleccionado en el ajuste.

• **Tiempo Inverso:** El tiempo para actuar es inversamente proporcional a la variación de la tensión de entrada.

Este tiempo se calcula según la fórmula expuesta abajo:

$$T_{at} = \frac{I_{ns}}{|V_{med} - V_{ref}|} \times Temp$$

En donde:

T_{at} = Tiempo de actuación

I_{ns} = Insensibilidad

V_{med} = Tensión medida

V_{ref} = Tensión de referencia

Ejemplo:

• $V_{ref} = 120V$

• $I_{ns} = 3V / 6.2.5\%$

• Temporización = 30 seg

Supongamos que $V_{med} = 125V$

$T_{at} = 3V / |125 - 120| \times 30$

$T_{at} = 18 \text{ segundos}$

Obs.: Cuando se esté usando la función de temporización inversa y haya una diferencia de 5V entre la tensión de referencia (V_{REF}) y la tensión de alimentación (lado carga), el tiempo de conmutación inverso será un $\frac{1}{5}$ del tiempo de conmutación del lineal.

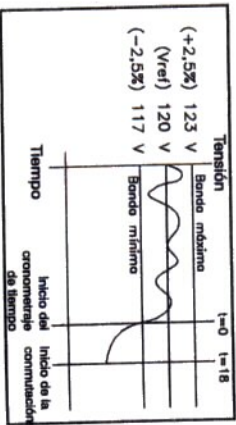


Gráfico de la Franja de Temporización

Obs.: Para el uso del modo de temporización INVERSO, deberá tenerse en cuenta que provoca el aumento del número de conmutaciones por disminuir el tiempo para actuar, reduciendo así la vida del conmutador.

La secuencia de código 03 se refiere a los parámetros de flujo directo y la secuencia de código 53 se refiere a los parámetros de flujo inverso.

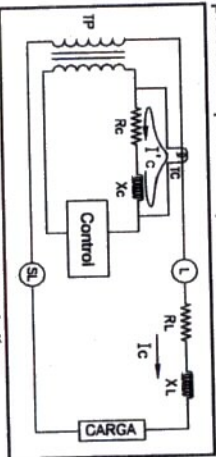
5.4 Ajuste del compensador de caída de tensión en la línea (UR y UX)

(Código 04 - 54 y 05 - 55)

Este es un componente que simula la impedancia de la línea desde el banco de reguladores hasta el punto donde se desea que la tensión sea constante. El circuito básico del compensador simula las caídas de tensión existentes en la línea, haciendo con que el regulador las compense.

El secundario del TP que provee la muestra de la tensión del lado de carga, es colocado en serie con un circuito cuya resistencia e inductancia es imagen de la resistencia e inductancia de la línea. Cuando el regulador es sometido a la carga, circula en el TC una corriente proporcional al cargamento Y, consecuentemente, aparece una caída de tensión en RC y XC proporcional a la caída de tensión de la línea.

Cuando el regulador es sometido a la carga, circula en el TC una corriente proporcional al cargamento. El control separa la componente resistiva y la reactiva de esta corriente y calcula la caída de tensión resistiva en la línea "Vr", conforme el ajuste en "Ur", y la caída de tensión reactiva en la línea "Vx", conforme el ajuste en "Ux". En este caso, la tensión "vista" por el control es la tensión del secundario del TP más o menos (conforme la polaridad ajustada en "Ur" y "Ux") la caída provocada por el compensador "Vr" y "Vx".



Compensador de caída en la línea

Independiente de la conexión del banco de regulador, tanto en la conexión en estrella, como en delta abierto o delta cerrado, el cálculo de Rc y de Xc debe ser de esta forma:

- Utilizando ecuaciones fundamentales de tensión, concluiremos fácilmente que la caída de

tensión en la línea referida al circuito de control es dada por:

$$1) R_C = \frac{I_C R_L}{R_{TP}} \quad 2) X_C = \frac{I_C X_L}{R_{TP}}$$

En donde:

R_L = Resistencia de la línea en ohmios

X_L = Reactancia de la línea en ohmios

R_C = Resistencia del compensador en voltios

X_C = Reactancia del compensador en voltios

I_C = Corriente nominal primaria del TC (A)

OBS.: Para los reguladores Toshiba, la corriente primaria del TC es idéntica a la corriente nominal del regulador.

La relación del TP se configura de la siguiente forma:

$$R_{TP} = \frac{\text{Tensión nominal del regulador}}{120}$$

Las secuencias de códigos 04 y 05 se refieren a parámetros de flujo directo y las secuencias de códigos 54 y 55 se refieren a los parámetros de flujo inverso.

5.5 Modo de operación del flujo inverso

(Código 56)

Los reguladores de tensión son instalados generalmente en circuitos con flujo de potencia unidireccional (fuente-carga). Sin embargo, como algunos de los circuitos son del tipo "ANILLO" e "INTERCONECTADOS", puede ocurrir que se invierta el flujo de carga y el regulador pase a recibir la tensión en el lado "CARGA".

Cuando sucede eso, el regulador tendrá un comportamiento inadecuado, pudiendo causar sobretensiones o subtensiones en el circuito conectado al terminal fuente del regulador.

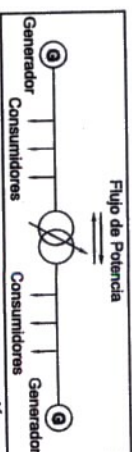
Para favorecer su operación adecuada y segura en estas condiciones, el control cuenta con un "Detector de flujo inverso de potencia". Este es capaz de descubrir automáticamente la inversión del flujo a través de la corriente "Ic" y hacer las siguientes alteraciones en el funcionamiento del regulador, que adecuarán su operación:

- Inversión en el sentido de rotación del motor del conmutador bajo carga.
 - Inversión de la polaridad del compensador de caída en la línea.
- El control pasa a regular de la siguiente forma:

A través de la tensión "Vc" y de la corriente "Ic" medida en el lado "CARGA", y de la posición en que el conmutador bajo carga se encuentra, el control calcula la tensión "Vr" y la corriente "Ir" en el lado "FUENTE". El control opera entonces de la misma forma que el flujo directo, pero utilizando "Vr" y "Ir", y los parámetros de ajustes "Vref", "Ims", "Tr", "Ur" y "Ux" específicos para el flujo inverso.

Si el flujo se invierte nuevamente al sentido directo, el control automáticamente hace las alteraciones necesarias en el circuito, a fin de adecuarlo a su funcionamiento normal.

Sin embargo, hay que estar atento para no aplicar este accesorio cuando sea posible el funcionamiento de fuentes en paralelo, como se muestra a seguir. En este caso, se recomienda el uso del regulador de tensión como un accesorio de interconexión de los sistemas, ya que cuando el flujo de potencia sea indefinido, podrá haber una inestabilidad en el sistema de control del regulador.



Flujo de potencia en el circuito de interconexión

El control ofrece seis respuestas características diferentes para detectar el flujo inverso de potencia y de operación. Esas características las selecciona el usuario poniendo un código particular en el código de la función 56. Los seis modos y sus correspondientes códigos son:

- 0 = Modo directo activo
- 1 = Modo inverso activo
- 2 = Modo inverso inibido
- 3 = Modo Bidireccional
- 4 = Modo inverso bloqueado en la derivación (TAP) cero
- 5 = Modo de cogeneración

Esta sección explicará por separado cada modo de operación. Como el control mantiene los valores de medición de demanda inversa separados de los valores de flujo directo, antes, vamos a entender cómo funciona el método de medición del control.

• **Medición para las acciones de control.**

La definición de flujo se lleva a cabo desde el visualizador, siendo:

Flujo directo (\rightarrow P+)

Flujo inverso (\leftarrow P-)

La transición del flujo directo hacia el inverso, y viceversa, solamente se producirá cuando haya una inversión en el flujo de potencia en la línea y el módulo de la corriente en el secundario del TC sea mayor que el valor de parametrización del código 57 (umbral de flujo de corriente inversa) en valores porcentuales a 0,200A.

• **Medición para los registros de demanda (códigos de 20 a 37).**

La histéresis en la definición del sentido del flujo (directo o inverso) no se producirá.

Las mediciones de demanda tienen en cuenta la especificación del cuadrante (código 13, subcódigo 01). De esta forma, cuando la corriente que circula en el secundario del TC fuera inferior a los parámetros del código 57, es posible que haya una discrepancia entre la indicación de cuadrante en el código 13 y el visualizador.

Cuando las condiciones indiquen que hubo una inversión de flujo, los parámetros siguientes asumen nuevos valores y la operación del control es afectada del siguiente modo:

- **Tensión de salida** - Pasa a monitorizar lo que era entrada anterior del transformador.
- **Tensión de entrada** - Pasa a monitorizar lo que era salida anterior del transformador.
- **Corriente de carga** - En el sentido directo, la corriente es usada directamente como

entrada y la salida del regulador, de acuerdo con la ecuación:

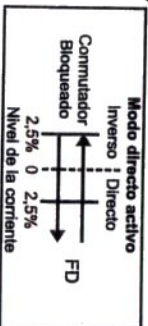
$$\text{Corriente Inversa} = (\text{corriente de carga}) \times (\text{Tensión de entrada secundaria}) / (\text{Tensión de salida secundaria}).$$

En donde la tensión de entrada en el secundario y la tensión de salida en el secundario están en el sentido inverso. La potencia aparente, activa y reactiva, y el porcentaje de reducción o aumento se calculan poniendo como base los nuevos valores reversos medidos.

5.5.1 Modo directo activo (Subcódigo 00)

No se aplicará ese modo de operación en donde haya la posibilidad de una inversión en el sentido del flujo de potencia inversa.

OPERACIÓN: Siempre opera en el sentido directo, usando los ajustes del control con flujo directo en los códigos 01, 02, 03, 04 y 05. Eso le permite a la operación que baje la corriente hasta cero, siempre que no haya un umbral directo involucrado. Cuando el regulador entra en flujo inverso y la corriente del secundario del TC excede el valor ajustado en el umbral de flujo de corriente inverso (código 57), en el ejemplo, abajo del 2,5% ó 0,005A, el control asumirá el flujo inverso inhibiendo la conmutación. Cuando la corriente fluye volviendo al nivel por arriba de este umbral, da comienzo la operación normal en modo directo (Vea la Figura de abajo).



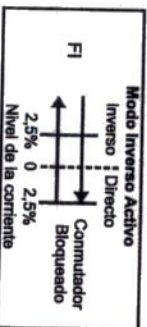
5.5.2 Modo Inverso activo (subcódigo 01)

No se aplicará ese modo de operación en donde haya la posibilidad de una inversión en el sentido del flujo de potencia directa.

OPERACIÓN: Siempre opera en el sentido inverso (Vea la Figura de abajo).

corriente hasta cero, siempre que no haya un umbral inverso involucrado.

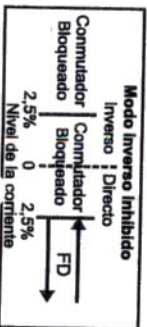
Cuando el regulador esté operando en flujo directo y la corriente del secundario del TC excede el valor ajustado en el umbral de flujo de corriente directo (código 57), en el ejemplo, abajo del 2,5% ó 0,005A, el control asumirá el flujo directo inhibiendo la conmutación. Cuando la corriente fluye volviendo al nivel por arriba de este umbral directo, empieza la operación normal en modo inverso (Vea la Figura de abajo).



5.5.3 Modo Inverso Inhibido (subcódigo 02)

La utilización de este modo de operación puede ocurrir adonde hay inversión de flujo, pero cuando la tensión de la fuente no está regulada.

OPERACIÓN: La función de umbral de operación del control se programa en el código 57 en la franja de 1 a 5% de la corriente nominal del TC. Cuando el regulador entra en flujo directo y la corriente del secundario excede el valor ajustado en el umbral de flujo de corriente inverso (código 57), en el ejemplo de abajo de 2,5% ó 0,005A, - el control asumirá el flujo directo habilitando la conmutación. Cuando la corriente fluya regresando al nivel inferior de este umbral, la operación en flujo normal será inhibida. En flujo inverso la conmutación es deshabilitada.



5.5.4 Modo bidireccional (Subcódigo 03)

No opera en

Inverso

cogeneración o un productor independiente de energía.

OPERACIÓN: El control opera en el sentido directo siempre que la corriente esté por arriba del umbral directo ajustado (código de la función 57). El control opera en el sentido inverso, usando los ajustes en flujo Inverso de potencia en los códigos de función 51, 52, 53, 54 y 55, siempre que la corriente esté por encima del umbral inverso ajustado (código de función 57). Debajo de dicho umbral de corriente Inversa el conmutador es bloqueado.



5.5.5 Modo Inverso bloqueado en la derivación (TAP) cero (Subcódigo 04)

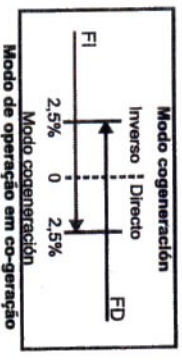
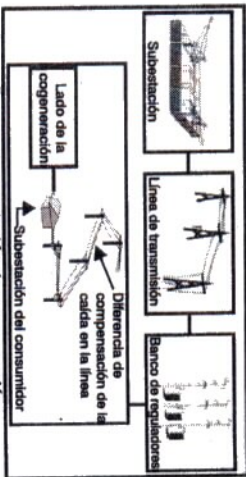
Este modo de operación se aplica cuando, al detecta el flujo inverso, el control manda al regulador hacia la derivación (TAP) cero. En la banda del 2,5% el conmutador queda bloqueado en la derivación (TAP) actual.

OPERACIÓN: El control opera en el sentido directo siempre que la corriente esté por arriba del umbral directo ajustado (código de la función 57). Cuando la corriente sobrepasa el umbral directo ajustado (código de la función 57), el control conmutará hacia la posición neutra. Esa posición, derivación (TAP) cero, se determina al momento en que el porcentaje de reducción/aumento es de + 2,5 % de 0. Cuando la corriente esté entre los dos umbrales, el control se queda inactivo en la última posición del conmutador manteniéndolo antes de que el umbral directo haya sido alcanzado. Mientras conmuta para la posición neutra, si la corriente cae por debajo del umbral inverso, el control sigue conmutando hasta que sea alcanzada la posición neutra. El circuito temporizador (tiempo de retardo) vuelve a cero en cualquier variación de flujo del umbral directo.



5.5.6 Modo de cogeneración (subcódigo 05)

El crecimiento del número de consumidores utilizando reguladores de tensión en los que haya cogeneración aumentó considerablemente en los últimos años. Normalmente, la operación que se desea del regulador instalado en el alimentador en el que hay cogeneración de energía es la de regular la tensión en la subestación del consumidor durante los momentos en que el flujo de potencia está orientado hacia el área del consumidor y regular la tensión en el regulador (del mismo lado de salida) durante el flujo de potencia hacia la red. Esto se consigue haciendo con que el control no efectúe la motorización de la entrada cuando el flujo inverso de potencia es detectado y para alterar el ajuste de la compensación de la caída en la línea para tener en cuenta esta modificación en el flujo de potencia.



5.6 Modo limitador de posiciones (load bonus) (código 70)

El regulador de tensión permite el aumento de la corriente pasante (aumento de carga) con la reducción de la franja de regulación.

La franja de regulación máxima normalizada es del 10%, pero mediante el "Modo Limitador de Posiciones (Código 70)" se puede seleccionar la forma de trabajo del beneficiador de carga (Load Bonus) así:

0 = Desactivo(Default)
El control no tiene en cuenta los valores de límite máximo y mínimo parametrizados en los códigos 71 y 72 respectivamente, manteniendo la franja de regulación en +/-10%.

1 = Activa solamente el límite superior:
El control asume el valor de parametrización en el código 71 como límite máximo, bloqueando el conmutador bajo carga en "Subir" en las posiciones:

- +10% = TAP +16
- +8,75% = TAP +14
- +7,50% = TAP +12
- +6,25% = TAP +10
- +5% = TAP +8

El control no tiene en cuenta el valor de parametrización en el código 72 como límite mínimo, manteniendo la regulación en -10%.

2 = Activa el límite superior e inferior:

El control asume los valores parametrizados en los códigos 71 y 72 como límite máximo y mínimo respectivamente, bloqueando el conmutador bajo carga en los sentidos de:

Subir	Bajar
+10% = TAP +16	-10% = TAP -16
+8,75% = TAP +14	-8,75% = TAP -14
+7,50% = TAP +12	-7,50% = TAP -12
+6,25% = TAP +10	-6,25% = TAP -10
+5% = TAP +8	-5% = TAP -8

Si se quiere únicamente el bloqueo interior, el código debe ajustarse en 2 para habilitar este límite. Ya el valor ajustado en el código 71 para el bloqueo superior debe ser en su valor extremo (posición +16) para que el bloqueo superior actúe solamente en el momento en que el conmutador alcance la derivación (TAP) máxima (+16).

ATENCIÓN: Al ajustar una nueva franja en el modo limitador de posiciones, cerciórese de que la indicación de derivación (TAP) al momento de la parametrización esté dentro de la franja.

El principio de cómo funciona el control en la indicación de derivación (TAP) fuera de la franja parametrizada como límites máximos y mínimos, se describe a continuación.

Derivación (TAP) actual superior al límite máximo

En el modo automático, el control actuará en el conmutador bajo carga bajando la derivación (TAP) hasta que la indicación instantánea de TAP (código 12) vuelva a la franja de regulación.

En el modo manual, el control inhibe la actuación de la tecla "Subir" en el comando "local" y la función "subir TAP" del DNP 3.0 en el comando "remoto", habilitando sus respectivos comandos de "bajar TAP" hasta su límite máximo.

Debe considerarse una forma semejante de razonamiento para "TAP debajo del límite mínimo" considerando el bloqueo de los comandos en el sentido de bajar TAP.

3 = Bonificación de carga (Load bonus) automático:

El control deja de lado los valores parametrizados en los códigos 71 y 72 como límite máximo y mínimo.

El valor de derivación (TAP), máximo y mínimo, estará siempre en función del flujo de potencia circulando en el regulador, respetando la tabla que se muestra a continuación:

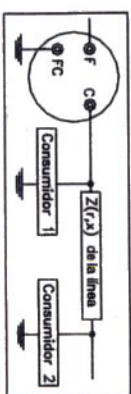
Porcentaje de corriente nominal	Límite superior	Límite inferior	Porcentaje de regulación
100%	TAP 16	TAP -16	10%
110%	TAP 14	TAP -14	8,75%
120%	TAP 12	TAP -12	7,5%
135%	TAP 10	TAP -10	6,25%
160%	TAP 8	TAP -8	5%

ATENCIÓN: Entre los valores de bonificación de carga (Load Bonus) parametrizados en el "control" e "indicador externo de posiciones", prevalecerá el de mayor valor.

5.7 Modo limitador de tensión (código 80)

La función de limitador de tensión se usa para establecer los límites superior e inferior en la tensión de salida del regulador. Cuando se habilita la función, el control le permite al regulador operar en cualquiera de los sentidos, directo o inverso. El limitador de tensión tiene como fin la protección del consumidor ante la alta o la baja tensión anormal, resultados de:

- Cambios bruscos y sobretensión en la línea de transmisión;
- Carga anormal de la fuente;
- Ajustes imprecisos del control del regulador (nivel de tensión, anchura de banda y compensación de la caída en la línea);
- Carga elevada por el primer consumidor en donde hay un factor de potencia capacitivo en el alimentador;
- Carga baja por el primer consumidor con una carga elevada en la fuente al mismo tiempo.



Ajustación del limitador de tensión en el consumidor

Los reguladores de tensión se instalan, generalmente, en circuitos con cargas distribuidas a lo largo de la línea. En el caso de uso del Compensador de caída de tensión en la línea, las cargas que están inmediatamente después del regulador de tensión (consumidor 1) quedan sometidas a tensiones inadecuadas.

Para proteger a estas cargas se aconseja el uso del limitador de tensión ya que éste limitará la tensión en la salida del regulador dentro de un valor preestablecido, lo que no perjudicará a los consumidores cercanos.

Los límites, superior e inferior, apropiados para la tensión de salida, pueden programarse en el control en los códigos de función 81 (LMV S) y 82 (LMV I), respectivamente. El ajuste se lleva a cabo accediendo al código de función 80 (MOD LV) y entrando con el código apropiado para la operación deseada.

0 = apagado (OFF):

El control no tiene en cuenta los valores parametrizados en los códigos 81 y 82, ajustando 135V como límite superior y 105V como límite inferior.

1 = solamente límite superior:

Define solamente el límite de tensión superior (código 81) cuando el modo "Limitador de Tensión" está habilitado sin tener en cuenta el valor parametrizado en el código 82 limitando el valor de tensión mínima en 105V.

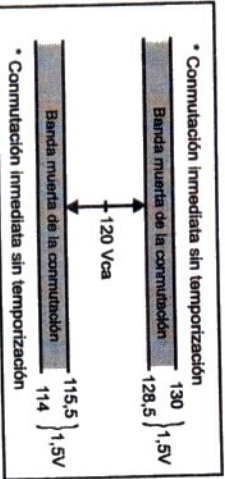
2 = límites superior e inferior:

Define el límite de tensión superior (código 81) e inferior (código 82) cuando el modo "Limitador de Tensión" está habilitado.

El control posee la siguiente sensibilidad de respuesta:

En caso de que la tensión monitorizada sobrepase los valores de parametrización en los códigos 80, 81 y 82, el control actuará inmediatamente en el conmutador bajo carga, con el objeto de mantener su valor dentro de la franja parametrizada.

El control posee una banda muerta de 1,5V entre el limitador de tensión ajustado y la tensión monitorizada del control. Su objetivo es evitar conmutaciones desnecesarias y aumentar la vida útil del conmutador.



Si se desea solamente el límite inferior, el código de función 80 debe ser ajustado en 2- para habilitar este límite - y el valor programado en el código de función 81 para límite superior debe ser ajustado para su valor extremo (tal como para evitar que actúe el límite superior 135V).

5.8 Autoensayo (código 88)

Al entrar en este código, el control realiza automáticamente una rutina de autoensayo de los circuitos principales y muestra un determinado valor en el visualizador del TB-R1000 que va de 0 a 8, como el cuadro a continuación.

Valor indicado en el visualizador	Descripción de la indicación
0	Funcionamiento normal
1	Error de disco potenciométrico
2	Frecuencia fuera de la franja
3	Error de frecuencia y disco potenciométrico
4	Error de parametrización
5	Error de disco potenciométrico y parametrización
6	Error de frecuencia y parametrización
7	Error de disco potenciométrico, frecuencia y parametrización
8	Conmutador inoperable

5.9 Presentación de fecha y hora (código 91)

Esta función indica hora y fecha actual.

Visualización - Presionar la tecla MENU, verificar la actuación de la flecha en el rincón superior derecho del visualizador y navegar hasta que aparezca la función 91, la fecha en el subcódigo 00 y la hora en el subcódigo 01.

Parametrización - Existen dos formas de ajustar los valores de fecha y hora en el control.

* A través del DNP 3.0, utilizando el software "TBR CONTROL" en la posición "ANALOG OUTPUT" en las secuencias 62 (fecha) y 63 (hora).

* Mediante teclado, siguiendo este procedimiento:

1- Ingrese el código de fecha u hora a ser modificado usando las teclas de navegación.

2- Con el visualizador en el modo estático y el código seleccionado, presione la tecla "CONF" para entrar en el modo de alteración de fecha u hora.

3- Via teclas "+" y "-" se ajustan, en esta secuencia, los valores de año, mes, día, minuto y hora.

4- Utilizando la tecla "CONF", se navega entre los valores secuenciados (año, mes, día, minuto y hora).

No está a disposición, vía teclado, el ajuste de los segundos.

5.10 Reset del indicador de posiciones (código 42)

Indica la cantidad de veces en que el reset del indicador de posiciones mecánico fue accionado. Todas las indicaciones de TAP máximo y mínimo reciben reset hacia su valor actual cuando se ingresa este código.

Visualización: presionar la tecla MENU, y navegar hasta que la función 42 aparezca en el visualizador, de esa manera, podrá verse la cantidad de reset efectuados en el subcódigo 00. Ya la fecha y la hora del último reset podrán ser vistas en los subcódigos 01 y 02 respectivamente.

Puesta en acción: Existen dos maneras de poner en acción el reset del indicador externo. Una es por el acceso directo de la tecla RESET del panel frontal, donde el operador tendrá que tener presionada la tecla 5 segundos hasta visualizar la actuación en el indicador externo.

La segunda es por intermedio del software de comunicación TBR Control, donde remotamente es posible poner en acción el reset en el campo "CONTROL REMOTO" pulsando una vez en "RESET INDICADOR DE POSICIÓN".

5.11 Función derivación (TAP) cero

Esta función tiene por objeto conducir al regulador hacia la posición nominal,

independientemente de la posición en que esté, auxiliando en un posible retro de operación del regulador.

Puesta en acción: La función TAP cero se pone en acción al pulsar simultáneamente las dos teclas de subir y bajar del panel frontal durante 5 segundos, sin embargo, las funciones de manual y/o remoto no deberán estar accionadas.

Para confirmar que fue puesta en acción la función de derivación TAP cero una flecha aparece en el rincón superior derecho del visualizador. De ninguna manera se podrá desconectar la función TAP cero remotamente.

Desconexión: El proceso es el mismo. Solamente hay que presionar las teclas de subir y bajar durante 5 segundos, que las funciones de manual y/o remoto no estén accionadas, y verificar que la fecha de indicación de función TAP CERO haya desaparecido. De ninguna manera se podrá desconectar la función TAP cero remotamente.



5.12 Detector de tapa abierta

El control TB-R1000 posee una función que facilita la monitorización remota de tapa abierta. Eso significa que cuando la tapa del control TB-R 1000, por alguna circunstancia, se halle abierta, el control lo señala por intermedio del DNP 3.0, gracias al bit 25 del objeto 01-Binary Input. Esa función es esencial para la seguridad de un operador de campo, pues remotamente es posible monitorizar si existe alguien operando el regulador y no enviar ningún comando hasta que se cierre la tapa, garantizando la integridad física de dicho operador de campo.

5.13 Señal de teclado

Al ponerse una magnitud en el modo "CONF", con el propósito de modificar un parámetro utilizando el teclado, se pide el valor de contraseña a ser ajustado en el

código 100-00 (SEÑA), habilitándose así la alteración de parámetros.

Cuando se pone el código 100-00, éste siempre aparece en el visualizador con un valor inicial igual a cero. A través de las teclas "+" (20) y "-" (15) se debe ajustar el valor de seña, parametrizado. Al pulsarse la tecla "CONF" en el correcto valor de contraseña, el visualizador vuelve a la magnitud objeto de parametrización y habilita el ajuste de su valor.

Alteración de seña:

Se debe acceder al código 100-00 (SEÑA) y poner en acción la tecla "CONF", ajustándose el valor de la contraseña actual. Automáticamente, aparecerá en el visualizador el código -54 -54 (PASSWD) con el valor de la contraseña actual. A través de las teclas "+" (20) y "-" (15) su valor es modificado y, a través de la tecla "CONF", el nuevo valor de contraseña será configurado.

5.14 Habilitación del comando DNP 3.0 Local/Remoto (Objeto 12)

A través del código 101-00(LOCREM) es posible habilitar el comando Local/Remoto vía DNP 3.0 para las puertas Local y Remota, considerándose:

- 0 - Deshabilitado (Default)
- 1 - Habilitado



Electroingeniería ICS SA



Regulador de tensión
con relé TBR1000

- Para redes de distribución de hasta 34,5 kV.
- Regulación automática en 32 escalones.
- Ajuste de temporización.
- Ajuste de insensibilidad.
- Compensador de caída de tensión en la línea.
- Ajuste de la banda de regulación de tensión.
- Funcionamiento con flujo inverso de potencia.
- Apto para aplicaciones en bancos trifásicos estrella, triángulo y triángulo abierto.
- Fabricado bajo normas ANSI/IEEE C57.15.

Regulador de Línea HCSR tensión monofásico

En un sistema eléctrico, el suministro de energía está sujeto a la inestabilidad de tensión debido a las variaciones en la corriente de carga, en la transmisión y en la generación.

Respondiendo a las exigencias del mercado eléctrico en lo que a calidad de servicio se refiere, las empresas distribuidoras y cooperativas buscan soluciones que les permitan brindar a sus clientes energía eléctrica en óptimas condiciones, ya sea en continuidad como en estabilidad de la tensión suministrada.

Esto lleva a las empresas proveedoras de energía eléctrica a realizar inversiones para corregir los problemas mencionados.

Los reguladores de tensión monofásicos son la solución más económica para los problemas de sobretensión o subtensión en líneas de distribución.

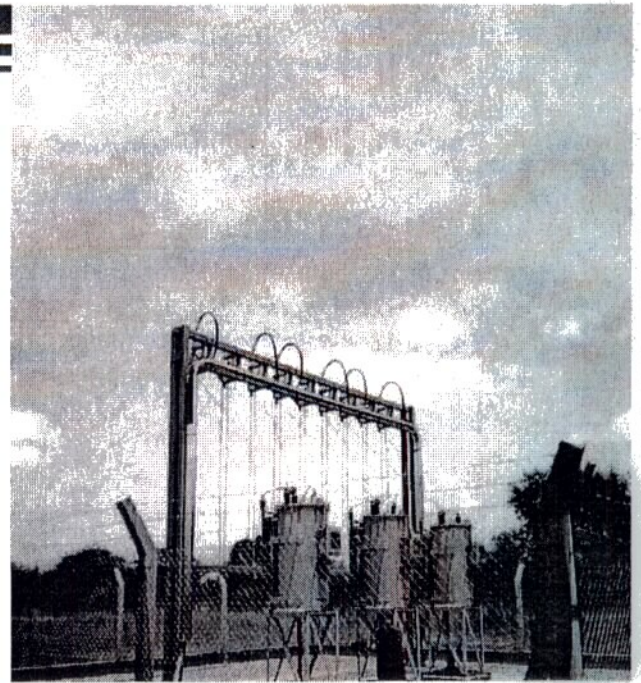
TOSHIBA fabrica estos equipos con tecnología de última generación y bajo los estándares de normas internacionales.

TOSHIBA

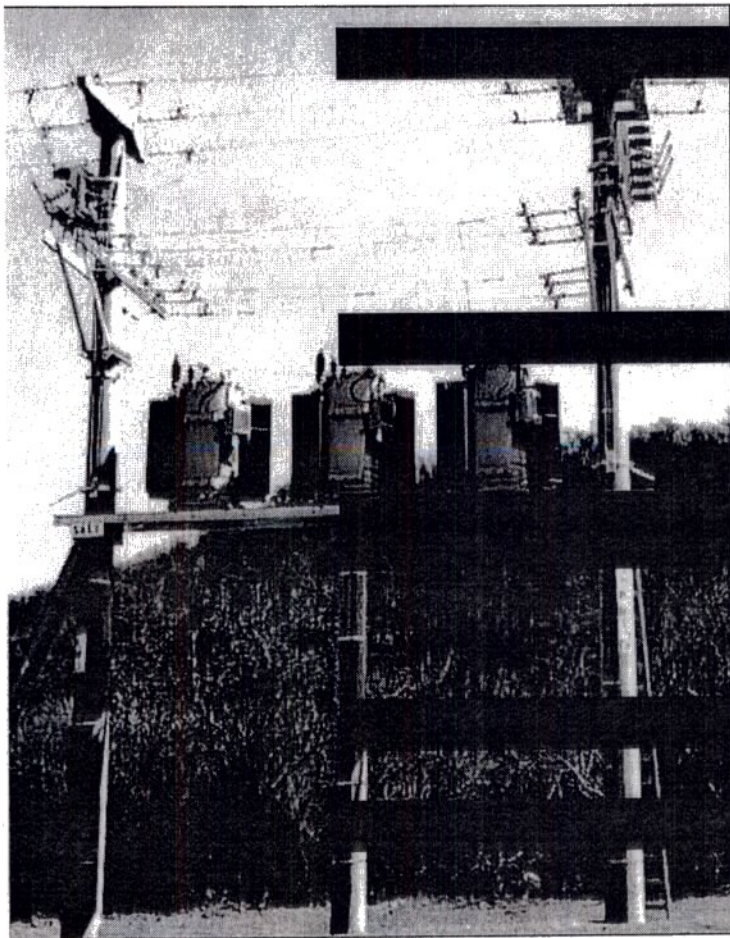


Aplicación de los reguladores de tensión

Normalmente el uso de los reguladores de tensión trifásicos se limitaba a estaciones transformadoras y el monofásico a líneas de distribución en media tensión. El actual desarrollo de conmutadores bajo carga de mayor capacidad y reducido tamaño, permite la construcción de reguladores de tensión de mayores prestaciones, ampliando la utilización de éstos, inclusive reemplazando los trifásicos en estaciones transformadoras.



Ventajas del uso de reguladores monofásicos en banco con respecto al regulador trifásico



La calidad de la tensión de salida del banco de reguladores monofásicos es superior a la suministrada por el regulador trifásico, ya que el muestreo de la tensión de salida en el primer caso es realizada sobre cada fase y la corrección se hace según la necesidad de cada una en forma independiente. En el regulador trifásico el muestreo se realiza sobre una fase y la corrección es la misma para las tres fases.

El costo de un banco de reguladores monofásicos es menor respecto al costo del regulador trifásico (aproximadamente un 25%). Esto es debido al reducido tamaño y simplicidad constructiva del conmutador.

En caso de mantenimiento, el banco monofásico permite una mayor flexibilidad, ya que se puede trabajar sobre cada unidad en forma independiente sin sacar de servicio el banco. Además, al tener menores dimensiones y peso, se facilita su manipuleo y transporte.

Los reguladores de tensión son de construcción robusta y simples de operar.

Actualmente los reguladores de tensión poseen un dispositivo de control que les permite ser operados en sistemas automatizados y controlados desde un puesto remoto.

Conclusión:

Por lo expuesto, la solución más adecuada por su costo y resultado operacional que disponen las empresas de energía para superar los problemas de variación de tensión es la instalación de reguladores inductivos.

RELE regulador de tensión TB-R1000

- Compensación de caída de tensión.
- Limitador de tensión.
- Funcionamiento apto para flujo inverso.
- Medida de parámetros eléctricos y armónicos.
- Puerto serial para comunicación local y remota.
- Reloj - Calendario
- Indicador de posición.
- Contador de operaciones totales y relativas.
- Memoria EEPROM para retención de valores y ajustes.



TB-R1000 es el nuevo controlador fabricado por TOSHIBA, compatible con los reguladores de tensión equipados con los anteriores modelos TB-IR600, TB-R800 y TB-R800A.

Este relé fue desarrollado con un microcontrolador con memoria para la retención de los ajustes y registros. Permite el cambio de ajustes en forma automática de acuerdo a valores preestablecidos, que pueden guardar relación con necesidades estacionales.

Posee un display de cristal líquido para la visualización de ajustes, lectura de parámetros eléctricos, posición del conmutador bajo carga y selección de puertos de comunicación.

El software TOSHIBA CONTROL permite la gestión del equipo tanto local como a distancia, utilizando protocolo DNP3.0 a través de puertos RS232, RS485 y opcionalmente puertos de fibra óptica y ethernet.

Conmutador de Posición bajo Carga **CR**

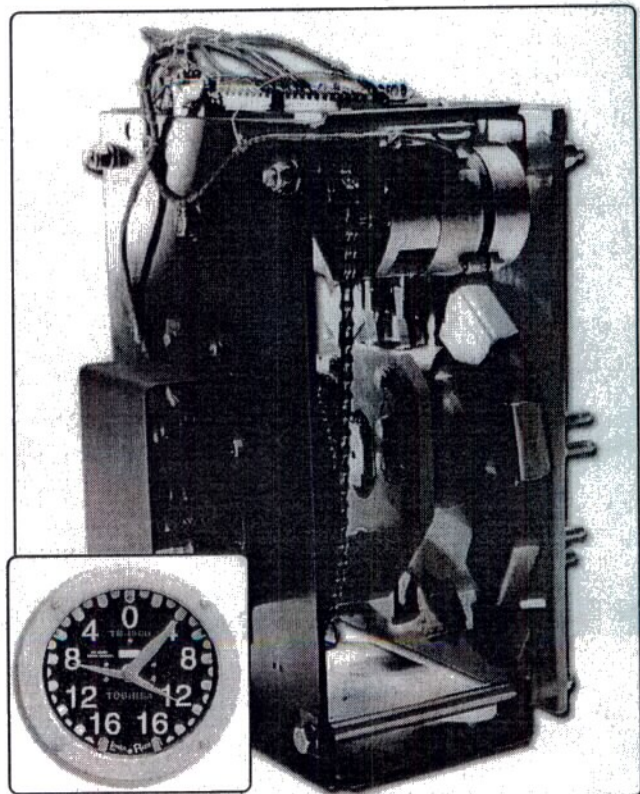
Este conmutador es utilizado por TOSHIBA en todos sus reguladores, el que es controlado y monitoreado por un comando electrónico.

Los conmutadores CR son rotativos y accionados a través de resortes que son cargados por un mecanismo motorizado.

Su función principal es permitir la conexión de los diferentes puntos de regulación para mantener la tensión de salida en el valor regulado.

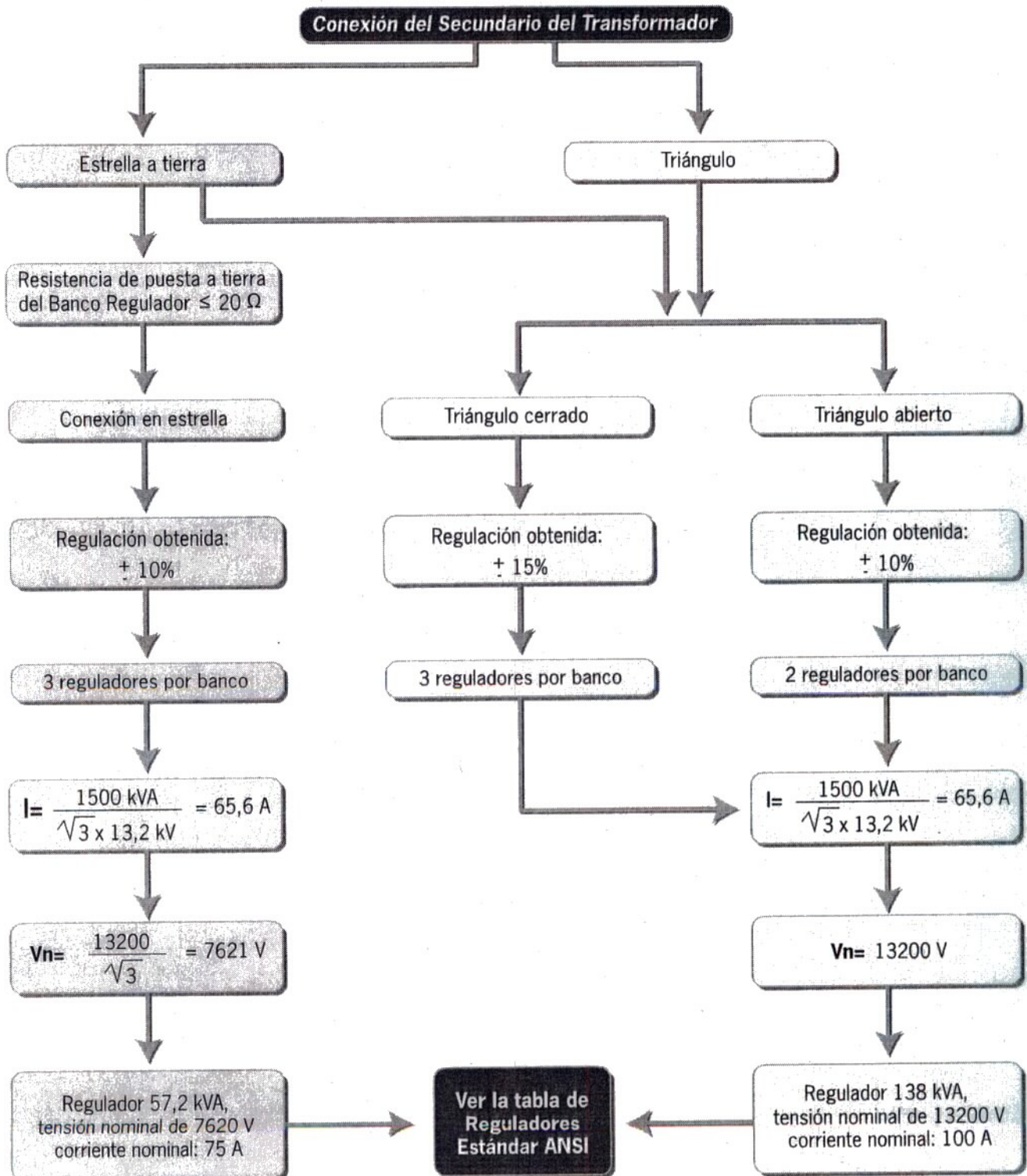
Su mecanismo presenta las siguientes características:

- Funcionamiento sencillo, con pocas piezas móviles, y muy seguro.
- Conmutación independiente de la velocidad del motor.
- Bloqueos mecánicos que delimitan con seguridad los campos permitidos a los contactos móviles.
- Motor de accionamiento eléctrico con reductor reversible, dimensionado para soportar todas las condiciones exigidas por el conmutador.
- Indicador mecánico de posiciones externo a la cuba del regulador.



Cómo especificar un regulador

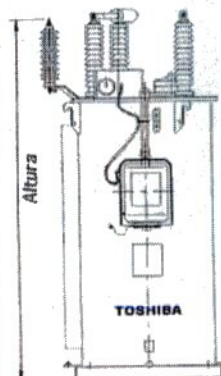
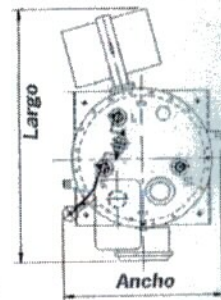
El siguiente flujograma muestra a modo de ejemplo cómo seleccionar un regulador para mantener estable la tensión a una carga de 1,5 MVA, alimentada por un transformador de 66 kV /13,2 kV.



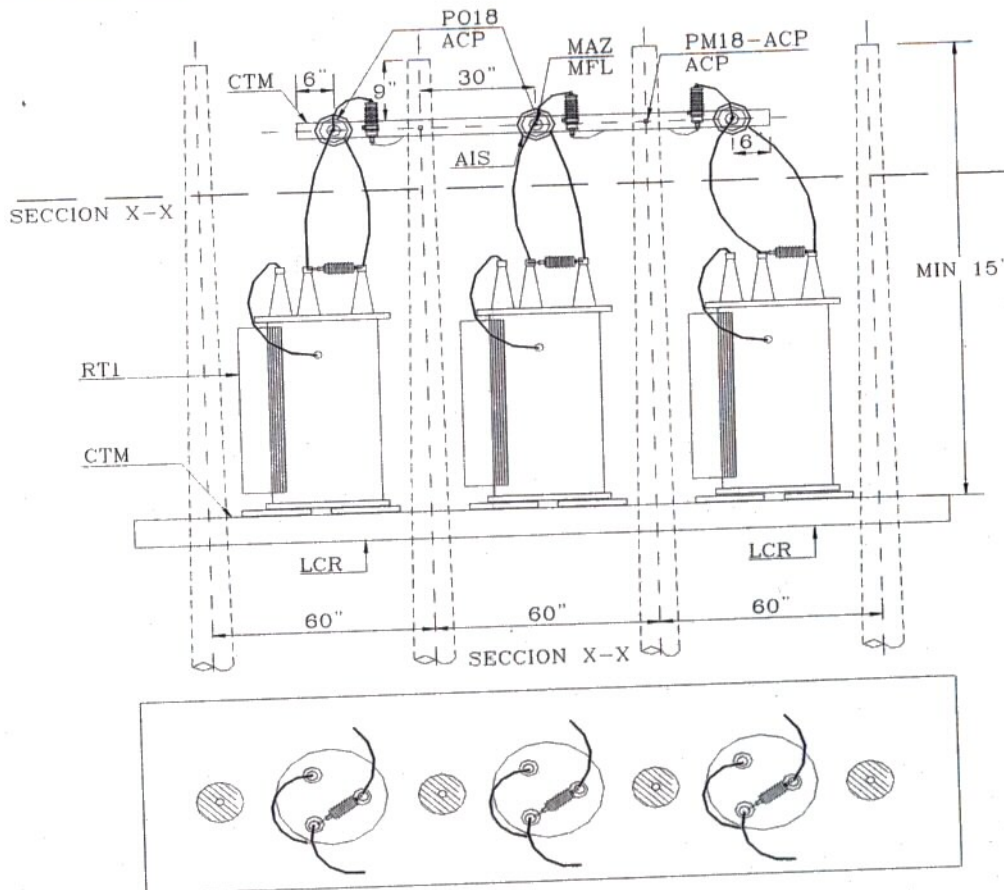
Reguladores estandarizados conforme ANSI C57-15 y NBR 11809

Características nominales y dimensiones finales aproximadas

Tensión Nominal del Sistema (V)	Tensión Nominal del Regulador (V)	Conexión del Banco de Reguladores	Nivel Básico de Impulso (kV)	Potencia Nominal del Regulador (kVA)	Corriente de Línea (A)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Altura (mm)	Parte activa con tapa (mm)	Tanque con aceite (mm)	Peso total (mm)
4160	2400	Estrella con neutro a tierra	60	50	200	940	940	1700	420	490	910
				75	300	940	940	1700	425	500	925
				100	400	970	1200	1700	500	570	1070
				125	500	1040	1150	1700	550	600	1160
				167	668	1100	1350	1700	600	700	1300
				250	1000	1100	1450	2160	840	930	1770
8320	4800	Estrella con neutro a tierra	75	333	1332	1100	1700	2160	850	1250	2100
				50	100	870	940	1700	350	430	780
				75	150	940	1000	1700	450	520	970
				100	200	940	1100	1700	460	540	1000
				125	250	990	1100	1750	560	560	1125
				167	334	1100	1250	1750	580	700	1280
13200	7620	Estrella con neutro a tierra	95/110(*)	250	500	1100	1350	1850	865	900	1765
				333	668	1100	1500	1850	925	1025	1950
				38,1	50	900	990	1550	360	400	760
				57,2	75	900	1120	1550	380	470	850
				76,2	100	990	1170	1550	360	490	850
				114,3	150	940	1270	1650	500	600	1100
				167	219	1100	1450	1750	600	830	1430
				250	328	1100	1300	2100	800	1000	1800
				333	438	1100	1750	1900	850	1225	2075
				416	546	1100	1550	2400	1480	2000	3480
13800	13200	Triángulo	95/110(*)	509	668	1100	1800	2500	1530	2050	3580
				667	875	1100	1930	2540	1590	2650	4240
				833	1093	1450	2060	2540	1890	3200	5090
				69	50	940	990	1900	500	580	1080
				138	100	990	1250	1650	530	580	1110
				207	150	1050	1350	1800	730	750	1480
24940	14400	Estrella con neutro a tierra	150/200(*)	276	200	1100	1400	1800	850	940	1790
				414	300	1100	1600	1900	1110	1200	2300
				552	400	1100	1700	2450	1670	2500	4170
				72	50	940	1150	1850	500	500	1000
				144	100	1020	1270	1850	650	710	1360
				216	150	1100	1400	2100	800	900	1700
				288	200	1100	1450	2100	850	1030	1880
				333	231	1100	1850	2100	850	1300	2150
				432	300	1100	1600	2700	1600	2450	4050
				576	400	1100	1800	2700	1650	2840	4490
34500	19920	Estrella con neutro a tierra	150/200(*)	667	463	1100	1950	2700	1700	3000	4700
				833	578	1550	2260	2700	1900	3400	5300
				100	50	1990	1100	1900	700	700	1400
				200	100	1100	1450	1900	700	800	1500
				333	167	1100	1500	2100	1120	1200	2320
				400	201	1100	1850	2100	1010	1380	1390
34500	33000	Triángulo	150/200(*)	667	334	1100	1850	2800	2300	3000	5300
				833	418	1100	1960	2800	2550	3500	6050
				330	100	1200	1670	2705	1025	1225	2250
				495	150	1200	1785	2250	1300	1550	2850
34500	33000	Triángulo	150/200(*)	663	201	1340	2130	2620	1600	1910	3510
				825	250	1893	2191	2675	1895	2275	4170



(*) Cuando se lo solicita explícitamente, los reguladores pueden ser proyectados para BIL=110 kV ó 200 kV. Esto se aplica en reguladores con clase de aislamiento de 15 kV y 34,5 kV, respectivamente.



NOTA: LOS POSTES A INSTALAR DEBEN SER DE 9.00 MTS (PH9A). A LOS 10 MTS ANTERIORES SE DEBE INSTALAR UN POSTE DE 11 MTS (PH11A) CON VC8-4, VC7, 3 PIEZAS VM5-9 Y VM3-25 O VM3-26, A LOS 10 MTS POSTERIORES SE DEBE INSTALAR UN POSTE DE 11 MTS (PH11A) CON VC9, VC7 Y VM3-26.

IND	CANT.	MATERIAL	VM-RT		
AB8	PZA	ABRAZADERA GALV. P/BALANCÍN 8"	8		
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	18		
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSIÓN POLIMÉRICO 25 KV	6		
CCD	MTS	CABLE CU DESNUDO N° 2	10		
CAS	MTS	CONTRA TUERCA DE SEGURIDAD 5/8"	5		
CAC	PZA	CONECTOR COMP CU 2 A 2	3		
CAM	PZA	CONECTOR AMPACT N°...S/REQ	6		
CTH	PZA	CARTUCHO AZUL P/CONECTOR AMPAC	6		
CTM	PZA	CARRO ALMENDRILLO 3 1/4" x 4 3/4" x 10"	2		
LCR	PZA	LOSA DE CONCRETO DE 6.50 x 2.00 X 0.20 M	1		
MAZ	PZA	MANILLA ZAPATILLA	6		
MFL	PZA	MALLA FIN DE LINEA N°... S/REQ FASE	6		
PM18	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 18"	2		
PO18	PZA	PERNO TIPO OJO 5/8" x 18"	3		
PK1	PZA	PARARRAYO DE 18 KV 5 KAMP TIPO MOV	3		
RT1	PZA	REGULADOR DE TENSIÓN 25 KV	3		
TA1	PZA	TUERCA DE OJO 5/8"	3		
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN		ELAB. REV.	VERIF. APROB.	29/09/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 91