PREFACIO

Al recibir el Regulador TOSHIBA, usted recibe no sólo la seguridad de la tecnología japonesa, sino también el cuidado de riguroso control de CALIDAD y el compromiso con la mejora del rendimiento ambiental.
Estamos seguros de que este manual le orientará correctamente para que obtenga de su Regulador todo lo que su ingeniería de proyectos especificó.

NOTA: Tras la entrega del equipo y sus accesorios, cerciórese de la presencia e integridad de todas las partes, comprobándolas con la lista de empaque. Si se detecta algún daño o falta, avise inmediatamente a Toshiba América do Sul Ltda.

RECUERDE: Los defectos producidos por manejo u operaciones indebidas anulan la validez de la garantía establecida en el contrato.

La información contenida en ese documento está sujeta a cambios sin previo aviso. Ninguna parte de este documento puede reproducirse ni transmitirse en ninguna forma ni por ningún medio, electrónico o mecánico, para cualquier propósito, sin permiso expreso por escrito de Toshiba América do Sul Ltda.

©2015 **Toshiba América do Sul Ltda.** *Todos los derechos reservados.*

Toshiba Infraestrutura América do Sul Ltda. puede tener patentes, marcas comerciales, derechos de autor u otros derechos de propiedad intelectual que abarcan el contenido de este documento. La posesión de ese documento no le otorga ningún derecho respecto a las mencionadas patentes, marcas comerciales, derechos de autor u otros derechos de propiedad intelectual, con excepción de los expresamente mencionados en un contrato de licencia, por escrito, de **Toshiba América do Sul Ltda.**

REFERENCIAS NORMATIVAS BÁSICAS:

- ***NBR 11809/1992:** REGULADORES DE TENSIÓN*
- ***ANSI C.57.15/1999:** TERMINOLOGY, AND TEST CODE FOR STEP-VOLTAGE REGULATORS (TERMINOLOGÍA Y CÓDIGO DE PRUEBA PARA REGULADORES DE TENSIÓN DE ESCALÓN)*

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

ÍNDICE

1 Introdución.....5
2 Esquema Básico de la Transmisión y Distribución de la Energia Eléctrica.....5
3 Principio de funcionamiento.....5
3.1 Funcionamiento como elevador.....5
3.2 Funcionamiento como reductor.....6
4 Forma constructiva del regulador.....6
4.1 Funciones del reactor.....6
4.1.1 Divisor de tensión.....7
4.1.2 Impiedindo la interrupción del circuito en la conmutación.....7
4.1.3 Limitando la corriente circulante.....7
4.2 Bobina de equalização.....9
5 Tipos De Conexiones En Grupo De Reguladores.....10
5.1 Conexión en Estrella.....10
5.2 Conexión en Triángulo Cerrado.....11
5.3 Conexión en Triángulo Abierto.....11
6 Reguladores Estandarizados Por La Norma Nbr 11809/1992.....13
7 Dimensionamiento De Regulador.....13
8 Ubicación De Grupos De Reguladores.....14
9 Funcionamiento Del Regulador.....14
10 Ajuste Del Compensador De Caída En La Linea.....15
10.1 Ajuste de la compensación de caída en la linea para los tipos de conexiones de los reguladores..15
10.1.1 Conexión monofásica.....15
10.1.2 Conexión en estrella.....16
10.1.3 Conexión en triángulo.....16
10.1.3.1 Conexión triángulo cerrado.....17
10.1.3.2 Regulador Retrasado.....17
10.1.3.3 Regulador Adelantado.....19
10.1.3.4 Conexión triángulo abierto.....20
10.1.3.4.1 Conexión con Fase "B" sin regulador.....20
10.1.3.4.2 Conexión con Fase "C" sin regulador.....20
11 Transporte De Reguladores Monofásicos De Tensión.....21
11.1 Objetivo.....21
11.2 Empaque.....21
11.3 Fijación.....21
11.4 Comprobación Antes de la Expedición.....21
11.5 Utilización del Tipo de Semirremolque o Camión.....21
11.6 Documentos e Informes de Transporte.....21
11.7 Valores de Limite de Velocidad.....21
12 Inspección Y Mantenimiento De Reguladores De Tensión Monofásicos.....21
12.1 Introducción.....21
12.2 Recibimiento.....22
12.3 Almacenaje.....22
12.4 Instalación.....22
12.4.1 Para poner el regulador en marcha.....22
12.4.1.1 Compruebe el nivel de aceite a través de su indicador.....22
12.4.1.2 Compruebe las porcelanas de los casquillos.....22
12.4.1.3 Compruebe la rigidez dieléctrica del aceite.....22
12.4.1.4 Cortocircuitar los casquillos de fuente, carga y neutro.....22
12.4.1.5 Observe los dibujos de la placa de identificación y del diagrama de control.....23
12.4.2 Conexiones típicas para reguladores monofásicos.....23
12.4.3 Maniobra en reguladores.....24
12.5 Instalación.....25
12.5.1 Pararrayos "by-pass".....25
12.5.2 Válvula de alivio de presión.....25
12.5.2.1 Funcionamiento.....26
12.5.2.2 Tipos de válvulas.....26
12.5.2.2.1 Sin contactos eléctricos.....26
12.5.2.2.1.1 TB-VAP300.....26
12.5.2.2.1.2 TB-VAS 50.....26
12.5.2.2.1.3 VA 46.....27
12.5.2.2.2 Con contactos eléctricos.....27

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

12.5.2.2.2.1 VA46/2 27
12.5.2.3 Comunicación de anomalías 27
12.6 Conexiones Del Regulador A La Caja De Control 28
12.7 Mantenimiento Del Regulador 29
12.7.1 Inspección periódica 29
12.7.2 Inspección interna del regulador 31
12.7.3 Retirada de la parte activa del depósito 31
12.7.4 Comprobación del funcionamiento del mecanismo de operación (con control manual) 31
12.7.5 Equipos necesarios para la inspección 31
12.7.5.1 Instrumentos 31
13 Instrucciones Para El Conmutador De Derivación Bajo Carga 32
13.1 Conmutador de Derivación Bajo Carga Tipo CR-3 32
13.1.1 Introducción 32
13.1.2 Características 32
13.1.2.1 Accionamiento 32
13.1.2.2 Conmutación 33
13.1.3 Indicación 34
13.1.4 Diagrama general del conmutador 35
13.1.5 Mantenimiento 35
13.1.6 Cuidados durante el montaje 36
13.1.7 Despieces del conmutador 36
13.2 Conmutador de Derivación Bajo Carga Tipo CR-10 40
13.2.1 Introducción 40
13.2.2 Características 40
13.2.2.1 Accionamiento 40
13.2.2.2 Conmutación 41
13.2.3 Indicación 43
13.2.4 Diagrama general del conmutador 43
13.2.5 Mantenimiento 44
13.2.6 Cuidados durante el montaje 44
13.2.7 Despieces del conmutador 45
14 Indicador Externo Electromecánico De Posiciones (Tipo Analógico) Tb-i900 49
14.1 Objetivo 49
14.2 Descripción, Características Y Funcionamiento 49
14.2.1 Caja de engranajes y entradas de control 49
14.2.2 Caja del mecanismo de indicación e interruptores de limitación de curso 49
14.3 **Instalación Y Mantenimiento** 50
14.4 Ensayos y pruebas 51
14.4.1 Ensayos de rutina 51
14.4.1.1 Tensión aplicada 51
14.4.1.2 Funcional 51
14.4.2 Ensayos de tipo 51
14.4.2.1 Ensayo de estanqueidad 51
14.4.2.2 Ensayo de rendimiento mecánico de vida útil 52
14.5 Empaque, transporte y almacenamiento 52
14.6 Garantía y otras condiciones de suministro 52
14.7 Dimensiones 52
15 Cuidados Especiales Con El Manejo, Desecho De Residuos Y Vertidos 53
15.1 Objetivos 53
15.2 Definiciones 53
15.3 Requisitos Generales 53
15.3.1 Política de Gestión Integrada 53
15.3.2 Aspectos Ambientales 53
15.3.2.1 Aspectos Ambientales Significativos 53
15.3.3 Manejo y Destinación de Residuos 53
15.3.3.1 Desecho de Transformadores, Reguladores y Reactores 54
15.3.3.1.1 Chatarra metálica en general 54
15.3.3.1.2 Porcelana 54
15.3.3.2 Desecho de Aceite Aislante 54
15.3.3.3 Desecho de Tambores de Aceite Aislante 54
15.3.3.4 Desecho de Tintas y Solventes 54
15.3.3.5. Vertido de Aceite Aislante 54
15.3.3.5.1 Vertido de aceite aislante en pequeña cantidad 54

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

15.3.3.5.2 Vertido de aceite aislante en gran cantidad 54
15.3.3.6 Vertido de Tintas, Solventes, etc. 54
15.3.3.7 Desecho de Tejidos, Estopas, Trapos, Papeles Aislantes, Cartón Prensado 54
15.3.3.8 Desecho de Embalajes de Madera 54
15.3.3.9 Desecho del Plástico Utilizado en los Embalajes 54
15.3.3.10 Desecho del Cartón Utilizado en los Embalajes 54
15.3.3.11 Desecho de Protecciones de Acero 54
15.3.3.12 Desecho de Empaquetadura, Corteza, Cintas Adhesivas, Goma 54
15.3.3.13 Desecho del Envase de Tintas, Solventes 55
15.3.3.14 Desecho de Filtros de Limpieza de Aceite 55
15.3.3.15 Ruido 55
15.4 Requisitos Legales y Otros Requisitos 55
15.5 Entrenamiento, Concienciación y Competencia 55
15.6 Comunicación 55
16 Instrucciones Y Dibujos Específicos En Adjunto 55

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

1 - INTRODUCCIÓN

La aplicación de reguladores de tensión a los sistemas de distribución de energía eléctrica empezó en la década de los 40 en los países desarrollados, principalmente los Estados Unidos debido a su gran extensión territorial, en la que los centros de consumo estaban dispersos en áreas extensas distantes de los puntos de generación; además de eso, el surgimiento de una gran cantidad de nuevos aparatos eléctricos/electrónicos, sensibles a oscilaciones de tensión, produjo un aumento de las quejas de los consumidores, que pasaron a exigir buena calidad en la distribución de energía eléctrica. A causa de ello, hoy están instalados en varios puntos de ese país decenas de miles de reguladores, que suministran una regulación de tensión adecuada a los puntos de consumoy proporciona calidad al suministro de energía. Ello tiene por lo menos tres consecuencias benéficas:

Satisfacción del consumidor;
Reducción de las pérdidas en la distribución;
Aumento de los ingresos de las concesionarias de energía eléctrica.

Brasil tiene algunas similitudes con los Estados Unidos respecto al espacio territorial, lo que permite el uso de los reguladores de tensión. Esos aparatos son muy bien aceptados por las concesionarias, por motivos económicos y de simplicidad y versatilidad. Además, actualmente existen reguladores de tensión totalmente fabricados en Brasil, lo que elimina los problemas de obtención de partes de repuesto que ocurrieron hasta 1986, cuando esos equipos (conmutadores de tomas en carga) eran total o parcialmente importados de los Estados Unidos.

2 - ESQUEMA BÁSICO DE LA TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA:

1- Generador
2- Transformador Elevador
3- Linea de transmisión
4- Subestación Reductora
5- Red de Distribución
6- Regulador de Tensión Monofásico hasta 36 kV
7- Transformador de Distribución
8- Consumidor

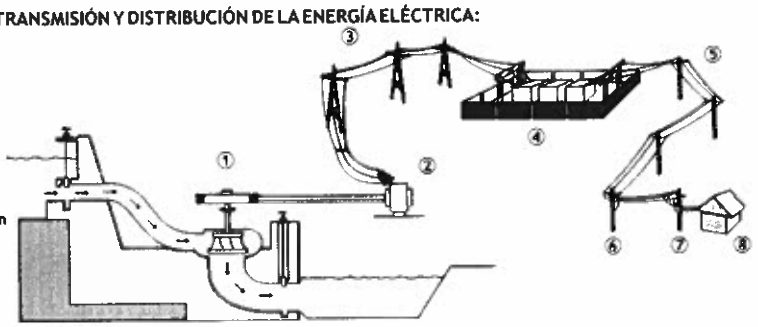


FIGURA 1

3 - PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El principio de funcionamiento es semejante al de un autotransformador, es decir, además del acoplamiento magnético entre el primario y el secundario, existe un acoplamiento eléctrico, como se ve en la siguiente figura:

PRIMARIO SECUNDARIO

FIGURA 2

Hay dos formas de efectuar la conexión eléctrica entre el primario y el secundario, que convierten el autotransformador en elevador o reductor:

3.1 - Funcionamiento como elevador

FIGURA 3 Tensión en la carga

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

3.2 - Funcionamiento como reductor

FIGURA 4 Tensión en la carga

Lo que determina la conexión eléctrica para que el autotransformador funcione como reductor o elevador es la polaridad de las bobinas.
Por tanto, vamos a agregar un interruptor inversor de la polaridad del circuito, para permitir que el autotransformador actúe como elevador y reductor:

FIGURA 5

4 - FORMA CONSTRUCTIVA DEL REGULADOR

Al agregar tap's a la bobina "C", pasamos a tener escalones de tensión.

FIGURA 6

Luego, si la carga está conectada en el tap 1 y necesitamos cambiar su conexión en el tap 2, tenemos que interrumpir el circuito, es decir, desenergizar el regulador.
Para que no ocurra eso, la solución es agregar un reactor al circuito pues mientras que de las extremidades del reactor se mueve en el tap 2, la realimentación de la carga se lleva a cabo mediante la otra extremidad del reactor.

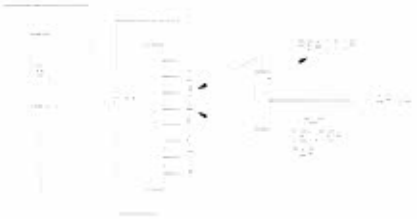


FIGURA 7

4.1 - Funciones del reactor

Para detallar mejor el circuito del reactor, vamos a tener en cuenta un trozo de la bobina "C".

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

4.1.1 - Divisor de tensión

Considerando el reactor en la posición 0 (neutral):

FIGURA 8

Vd = ESCALONES DE TENSIÓN

Ahora vamos a:

FIGURA 9

La tensión que se aplica a los terminales del reactor es Vd, pero la tensión en la carga aumentará o disminuirá en la proporción de Vd/2, debido al center tap (tap central), lo que explica por qué el reactor es un divisor de tensión.

4.1.2 - Impidiendo la interrupción del circuito en la conmutación

Analizando el circuito anterior, cuando "B" sale del tap 0 y está moviéndose a el tap 1, la energización del circuito se lleva a cabo a través de "A" y el circuito no se interrumpe.

4.1.3 - Limitando la corriente circulante

FIGURA 10

Cuando se aplica la tensión Vd a los terminales del reactor, circula una corriente circulante, IC; esta corriente se debe limitar para que no ocurra un desgaste excesivo de los contactos del conmutador y se preserve su vida útil.
La determinación del limite de la corriente circulante en el reactor se basa en el principio de la extinción de arco en un circuito, como indica la figura:

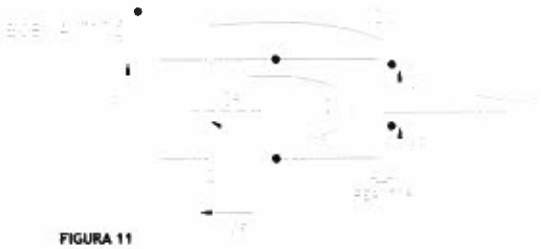


FIGURA 11

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

Llegamos a las siguientes ecuaciones:

$$V_R = 2V_b - V_d$$

$$I_R = \frac{1}{2} I_L - I_C$$

A partir de este punto se desarrollaron esas ecuaciones y se concluyó que se debe proyectar el reactor para:

$$I_c = 50\% \ I_L$$

La tolerancia para el ensayo de corriente circulante es de -20% a 0%. El núcleo del reactor tiene de 1 a 2 cavidades (Gaps) que están dimensionadas para que la corriente circulante se establezca dentro de los parámetros anteriores.
Esas cavidades se llenan con fenolita o premezcla. Sin embargo, a lo largo de la vida útil del regulador, la cavidad puede aumentar o disminuir debido a vibraciones y/o temperatura, la calibración de la corriente puede no corresponder a los parámetros anteriores:

Lo que sigue es un ejemplo de recalibración del reactor:
- Regulador:
HCMR 60 Hz 138 kVA (1380 kVA) 13800 V ± 10% (32 escalones) 100 A.

Proyecto	-	I_c = 0,5 x 100 = 50 A con tolerancia de -20% a 0%
Campo	-	Suponiendo: I_c = 70 A
		Midiendo el Gap = 2 x 10,5 = 21 mm

➡ Para recalibrar se realiza la proporción directa:

70 A - 21 mm
50 A - X
X = 15 mm - 2 x 7,5mm

El reactor cuenta con un atributo para posibilitar queque la corriente de carga IL circule libremente a través de este, sin que constituya impedancia para esa corriente. Eso ocurre a causa del center tap (tap central), que promueve la circulación de mitad de IL por un lado del reactor (A) mientras que la otra mitad de IL circula por el otro lado del reactor (B), como sigue:

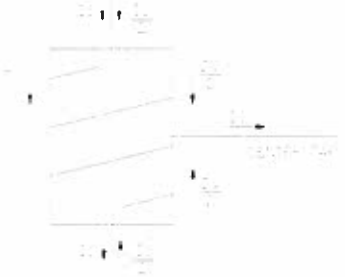


FIGURA 12

De acuerdo con la figura anterior, los flujos magnéticos, $\frac{\phi L}{2}$, generados por la corriente, $\frac{I_L}{2}$, se anulan, lo que en un circuito inductivo significa que la tensión inducida en la bobina del reactor es cero, debido a la circulación de la corriente de carga:

$$V_{induzida} = N \frac{d\phi}{dt} = 0$$

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

4.2 - Bobina de ecualización
Considerando los circuitos abajo:

Circuito A: Como no hay tensión aplicada al reactor, Ic = 0.

FIGURA 13

Circuito B: Como no hay tensión aplicada al reactor, $I_c \neq 0$.

FIGURA 14

La alternancia de la corriente circulante de cero (circuito A) al valor 50% I_L (circuito B) durante las conmutaciones del regulador, produciría un elevado desgaste de los contactos del conmutador debido al $L\frac{di}{dt}$, es decir, la tasa de variación de corriente de cero a 50% sería elevada, lo que produciría el aumento de la tensión de arco y por consiguiente, de la potencia de arco.
Para resolver ese problema y mantener la corriente circulante en el reactor constante a 50% I_L independientemente de de la posición del conmutador, se adiciona la bobina de ecualización al circuito del reactor, como se muestra a continuación:

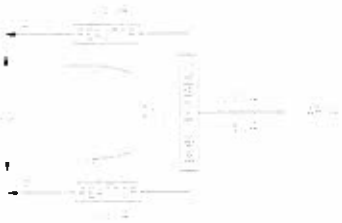


FIGURA 15

La bobina de ecualización se ubica en la parte activa del transformador principal del regulador. Ello permite que esa bobina sea un elemento activo, es decir, una fuente de tensión en el circuito del reactor cuando el mismo esté en la condición del circuito "A". Así, al analizar el circuito a continuación, se nota que la corriente circulante en esa condición cambia de sentido pero se mantiene en el módulo.

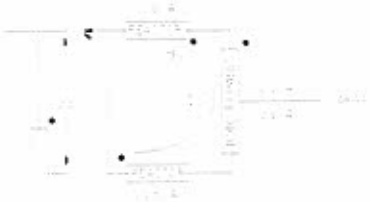


FIGURA 16

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

5 - TIPOS DE CONEXIONES EN GRUPO DE REGULADORES

5.1 - Conexión en Estrella

FIGURA 17

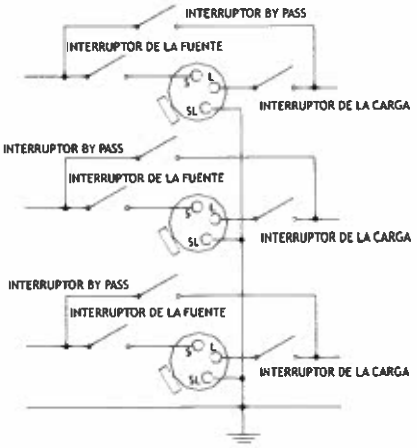


FIGURA 18

Suponido que los reguladores elevan +10%.
El diagrama de fases que resultaría es:

FIGURA 19

Si el grupo de reguladores está conectado en estrella, se recomienda que la fuente también esté necesariamente en estrella, para que la corriente del neutro, debido a posibles desequilibrios de carga del grupo, tenga el camino a tierra cerrado a y por tanto, a la fuente.

Fuente Grupo de Reguladores

FIGURA 20

⚠ ATENCIÓN	Se recomienda que la resistencia de puesta a tierra sea inferior a 20 ohmios.

Si la fuente está en triángulo y el grupo de reguladores, en estrella, el neutro virtual de la conexión estrella se desplaza en el caso de que la carga se desequilibre y el grupo de reguladores entra en una sucesión de conmutaciones. Por lo general, en el grupo, algunos reguladores del grupo van a la posición de máxima elevación y otros, a la de máxima reducción.

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

5.2 - Conexión en Triángulo Cerrado

FIGURA 21

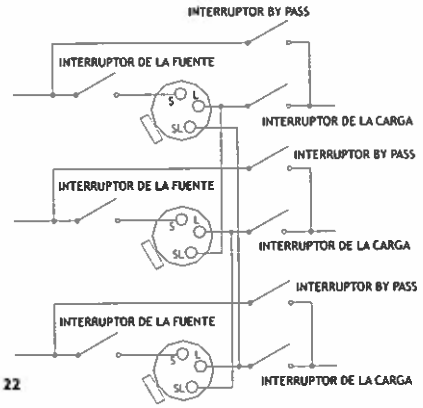


FIGURA 22

Suponindo reguladores de 13800 V que elevan +10%.

⇨ 13800 x 0,1 = 1380
⇨ 13800 V

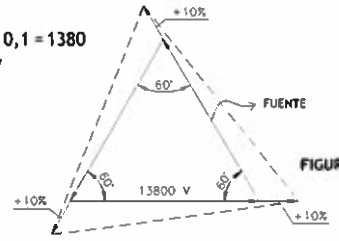


FIGURA 23

En Consecuencia:

Sen 60° = $\frac{C'}{1380}$ ⇨ C' = 1195

Cos 60° = $\frac{B'}{1380}$ ⇨ B' = 690

FIGURA 24

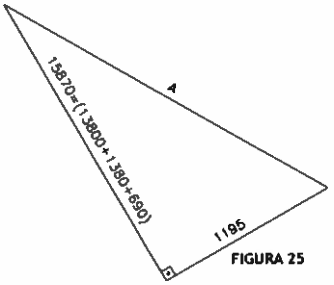


FIGURA 25

Entonces:

$A = \sqrt{(15870)^2 + (1195)^2}$

A = 15915 V

Regulación (%) = $\frac{15915}{13800}$ = 115 %

LA REGULACIÓN EN EL BANCO CONECTADO EN DELTA CERRADO ES DE ±15%

5.3 - Conexión en Triángulo Abierto

FIGURA 26

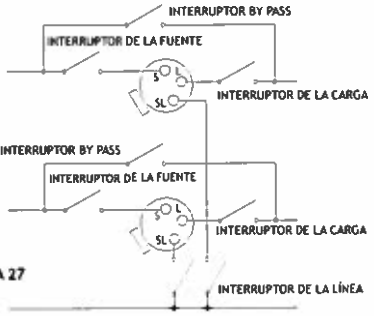


FIGURA 27

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

Suponindo reguladores de 138 kVA 13800 V que elevan +10%.

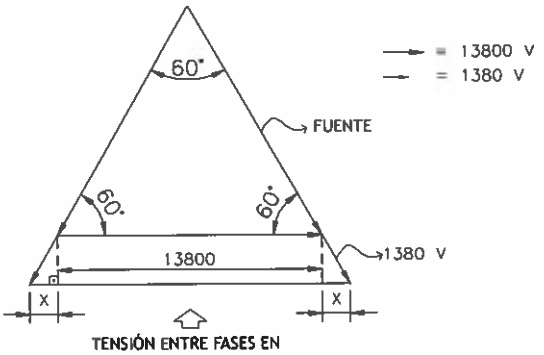


FIGURA 28

TENSIÓN ENTRE FASES EN LA SALIDA DEL GRUPO = A

En Consecuencia:

$\cos 60° = \frac{X'}{1380} \Rightarrow X' = 690$

$A = 13800 + 2X = 15180$

$\text{Regulación (\%)} = \frac{15180}{13800} = 110\%$

FIGURA 29

LA REGULACIÓN EN EL GRUPO CONECTADO EN DELTA ABIERTO ES DE ±10%

Esa conexión es ventajosa cuando se trata de una conexión en cascada; así, se ponen 2 reguladores en cada punto de la cascada y se ahorra 1 regulador. Se recomienda usar 3 como (máximo 4) grupos de reguladores en cascada, debido a que cuando se cierren los reconectadores, puede haber problemas por posibles sobretensiones en el sistema cuando se cierren los reconectadores.

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

6 - REGULADORES ESTANDARIZADOS POR LA NORMA NBR 11809/1992

Tensión Nominal del Sistema (V)	Tensión Nominal del Regulador (V)	Conexión del grupo de Reguladores	Nivel Básico de Impulso (kV)	Potencia Nominal (kVA)	Corriente de Línea (A)
4160	2400	Estrella con neutro conectado a tierra	60	50	200
				75	300
				100	400
				125	500
				167	668
				250	1000
				333	1332
8320	4800	Estrella con neutro conectado a tierra	75	50	100
				75	150
				100	200
				125	250
				167	334
				250	500
				333	668
13200	7620	Estrella con neutro conectado a tierra	110	38,1	50
				57,2	75
				76,2	100
				114,3	150
				167	219
				250	328
				333	438
				416	546
				509	668
				667	875
				833	1093
13800	13200	Triángulo	95(*)	69	50
				138	100
				207	150
				276	200
				414	300
				552	400
24940	14400	Estrella con neutro conectado a tierra	150(*)	72	50
				144	100
				216	150
				288	200
				333	231
				432	300
				576	400
				667	463
				833	578
34500	19920	Estrella con neutro conectado a tierra	150/200(*)	100	50
				200	100
				333	167
				400	201
				667	334
				833	418

TABLA 4

(*) Cuando se solicite explícitamente, los reguladores podrán proyectarse opcionalmente para BIL = 110 kV ó 200 kV, aplicables a reguladores con clase tipo aislamiento de 15 kV y 34,5 kV, respectivamente.

7 - DIMENSIONAMIENTO DE REGULADOR

Usando la tabla anterior, vamos a mostrar ejemplos sobre cómo se dimensiona un regulador:

- ➔ Carga de 10 MVA;
- ➔ Tensión de la regulación: 13800 V;
- ➔ Fuente en estrella con resistencia de puesta a tierra inferior a 20 Ohmios;
- ➔ Conexión del grupo en estrella.

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

Para eso, la corriente es:

$$I = \frac{10000\ kVA}{\sqrt{3} \times 13{,}8\ kV} = 418\ A$$

La tensión nominal del regulador debe ser:

$$VN = \frac{13800}{\sqrt{3}} = 7967\ V$$

Al analizar la tabla anterior, elegimos el regulador de 333 kVA - 7620 V - 438 A, con tensión adicional de 7967 V.

8 - UBICACIÓN DE GRUPOS DE REGULADORES

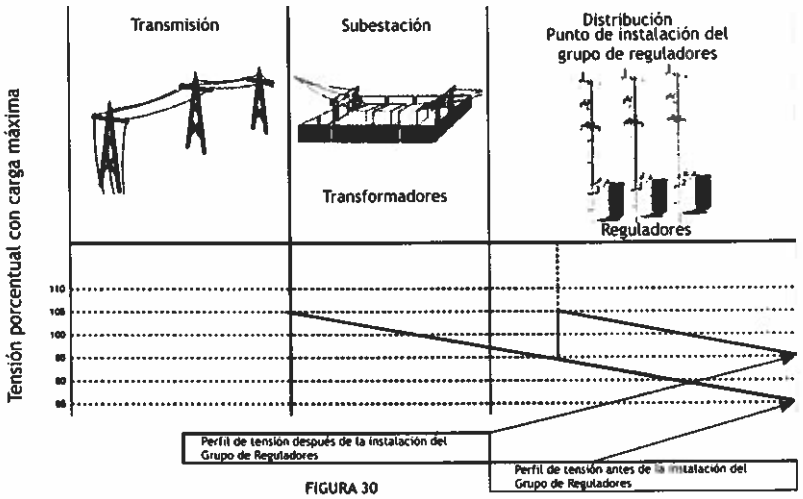


FIGURA 30

Según la portaría (norma legal) emitida por ANEEL, el rango de tensión que se admite queda entre 7,5% y + 5%.

9 - FUNCIONAMIENTO DEL REGULADOR

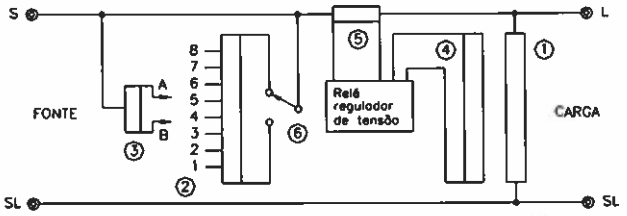


FIGURA 31

El arrollamiento 1, denominado embobinado de excitación (embobinado B), induce una tensión en el embobinado 2 (embobinado C), también conocido como embobinado de "tap's" o regulación. En la figura 31, el TP4 (transformador de potencial) instalado en el lado de la carga envía una señal para el control regulador de tensión que posiciona los terminales A y B del reactor 3 en la posición adecuada para mantener la tensión en la carga constante. El interruptor inversor de polaridad que se muestra en 6 determinará si el regulador eleva o reduce la tensión; el control es realizado por el Control regulador. El TC5 (transformador de corriente) instalado en el lado de la carga enviará al control regulador una señal de carga de la línea, lo que permite compensar las caídas de tensión que ocurran en el sistema.

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPER S.A.

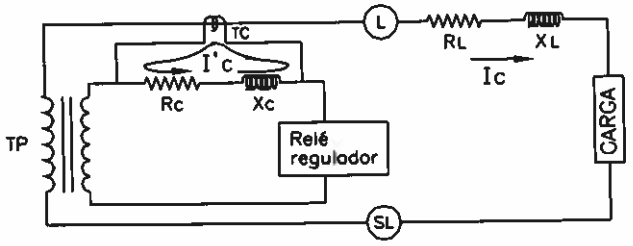


FIGURA 32

Mediante ecuaciones fundamentales de tensión, se concluye fácilmente que la caída de tensión en la línea referida al circuito de control es determinada por:

1) $R_C = \frac{I_C R_L}{R_{TP}}$

2) $X_C = \frac{I_C X_L}{R_{TP}}$

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)

Nota: Para reguladores Toshiba, la corriente primaria del TC es igual que la corriente nominal del regulador.
La relación del TP es dada por:

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

Al observar las ecuaciones (1) y (2) mencionadas anteriormente, se tiene en común el factor $\frac{I_C}{\text{Relación do TP}}$, o que definiremos como:

FC: Factor compensador de caída en la línea

Nota: Ese factor depende sólo de los datos de la placa del regulador.

10.1 - Ajuste de la compensación de caída en la línea para los tipos de conexiones de los reguladores

10.1.1 - Conexión monofásica

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

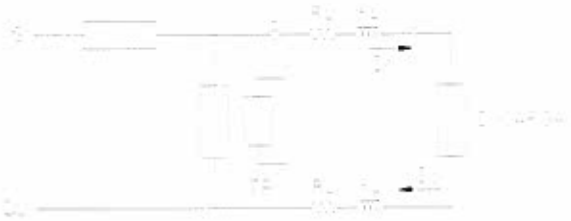


FIGURA 33

$$F_C = \frac{I_C}{R_{TP}} x2 \text{ ou } 1{,}67$$

Nota: El ajuste de FC en esa conexión depende de la puesta a tierra. El factor debe ser de:

- 2,0: para sistema aislado de la tierra;
- 1,67: para sistema con neutro conectado a tierra.

10.1.2 - Conexión en estrella

FIGURA 34

Como la tensión del TP y de la carga están de la fase a la tierra:

$$F_C = \frac{I_C}{R_{TP}} x1$$

10.1.3 - Conexión en triángulo

FIGURA 35

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

Como la tensión del TP es entre fases y la de la carga es de la fase a la tierra:

$$F_C = \frac{I_C}{R_{TP}} x1,73$$

Considerando el factor de potencia = 1,0, se puede afirmar:

1- La tensión de fase de un sistema monofásico y la corriente de carga están en fase;
2- Las tensiones de fase para neutro en un sistema de conexión estrella con conexión múltiple a tierra están en fase con las corrientes de carga correspondientes.
3- Las tensiones de fase para neutro en un sistema de conexión triángulo están desfasadas en 30° respecto a las corrientes de carga correspondientes.
4- Debido al desfase entre tensión y corriente en la conexión en triángulo, es necesario corregir los valores que se obtuvieron para el compensador de caída en la línea según los apartados 10.1.3.1 y 10.1.3.2 a continuación:

10.1.3.1 - Conexión triángulo cerrado, considerando:

V_A, V_B, V_C : *Tensión entre fases*

V_{AN}, V_{BN}, V_{CN} : *Tensión de fase a tierra equivalente*

I_C : *Corriente de carga*

R_L : *Resistencia de la línea (ohmios)*

X_L : *Reactancia de la línea (ohmios)*

F_P : Factor de potencia = 1,0

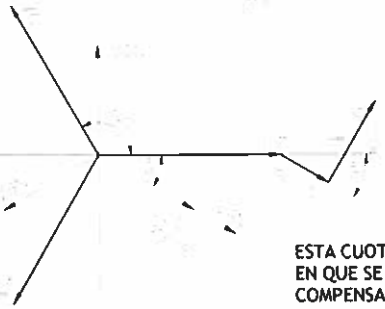
10.1.3.2 - Regulador Retrasado

Se tiene:

Denominando:

FIGURA 36

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.



ESTA CUOTA REPRESENTA LA CORRECCIÓN EN QUE SE DEBE INCREMENTAR EN EL COMPENSADOR DE CAÍDA EN LA LÍNEA.

FIGURA 37

Al analizar las figuras anteriores, se puede concluir que:

1- La tensión entre fases está adelantada en 30 con relación a la tensión fase-neutro de la fase correspondiente.
2- Como el regulador es monofásico, es decir, la tensión fase-neutro es su referencia, se puede decir que el regulador está retrasado.

Reflejando para el circuito del compensador de caída en la línea, se puede afirmar:

$$\frac{R_L I_C}{R_{TP}} = R_C : \frac{X_L I_C}{R_{TP}} = X_C$$

Teniendo en cuenta que se puede demostrar fácilmente que para determinar la cuota de incremento en el compensador basta con multiplicar el módulo vector por el unitario con su desfase, se tiene:

$$(R_C + jX_C) \times 1 \angle +30^\circ$$

$(R_C + jX_C) \times (+ 0{,}866 + j0{,}5)$
$0{,}866R_C + j\,0{,}5R_C + j\,0{,}866X_C - 0{,}5X_C$

En consecuencia:

$$R'_C : 0{,}866R_C - 0{,}5X_C$$
$$X'_C : 0{,}866X_C + 0{,}5R_C$$

Siendo:

R'_C: corrección de R_C
X'_C: cCorrección de X_C

Tras el cálculo de R'c y X'c, los valores positivos debian ajustarse en el interruptor de polaridad del control con polaridad positiva y los valores negativos, en el interruptor de polaridad del control con polaridad negativa. Sin embargo, el control del regulador TOSHIBA está programado para realizar la corrección de los valores de R'c e X'c automáticamente, siempre que se ajusten previamente en el control los valores de Rc y Xc, y que la transformación de la conexión triángulo, se ajusten previamente en el control (Ver más información en el Manual del Control Regulador de Tensión).

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

10.1.3.3 - Regulador Adelantado

Donde:

$V_{BA} = V_B$
$V_{CB} = V_C$
$V_{AC} = V_A$

FIGURA 38

Se tiene que:

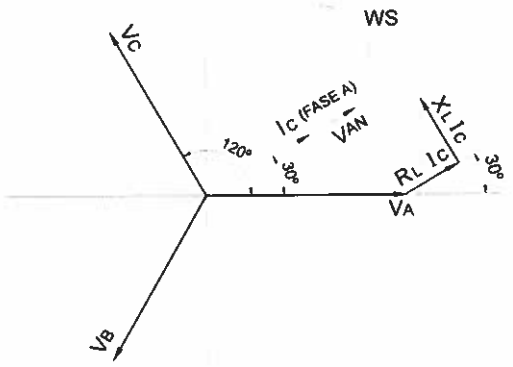


FIGURA 39

Al analizar las figuras anteriores, se puede concluir que:

3- La tensión entre fases está retrasada en 30 con relación a la tensión fase-neutro de la fase correspondiente.
4- Como el regulador es monofásico, es decir, la tensión fase-neutro es su referencia, se puede decir que el regulador está adelantado.

Reflejando esto en el circuito del compensador de caída en la línea, se puede afirmar:

$$\boxed{\frac{R_L I_C}{R_{TP}} = R_C \; ; \; \frac{X_L I_C}{R_{TP}} = X_C}$$

Teniendo en cuenta que se puede demostrar fácilmente que para determinar la cuota de incremento en el compensador basta con multiplicar el módulo vector por el unitario con su desfase, se tiene:

$$(R_C + jX_C) \times 1 \angle -30°$$

$(R_C + jX_C) \times (+ 0{,}866 - j0{,}5)$
$0{,}866R_C - j\,0{,}5R_C + j\,0{,}866X_C + 0{,}5X_C$

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

En consecuencia:

$$R'_C : 0{,}866 R_C + 0{,}5 X_C$$
$$X'_C : 0{,}866 X_C - 0{,}5 R_C$$

Siendo:

R'_C: corrección de R_C
X'_C: corrección de X_C

Tras el cálculo de R'c y X'c, los valores positivos debían ajustarse en el interruptor de polaridad del control con polaridad positiva y los valores negativos, en el interruptor de polaridad del control con polaridad negativa. Sin embargo, el control del regulador TOSHIBA está programado para realizar la corrección de los valores de R'c e X'c automáticamente, siempre y cuando se configuren previamente en el control los valores de Rc y Xc y la transformación de la conexión triángulo. (Ver más información en el Manual del Control Regulador de Tensión).

10.1.3.4 - Conexión triángulo abierto

10.1.3.4.1 - Conexión con Fase "B" sin regulador

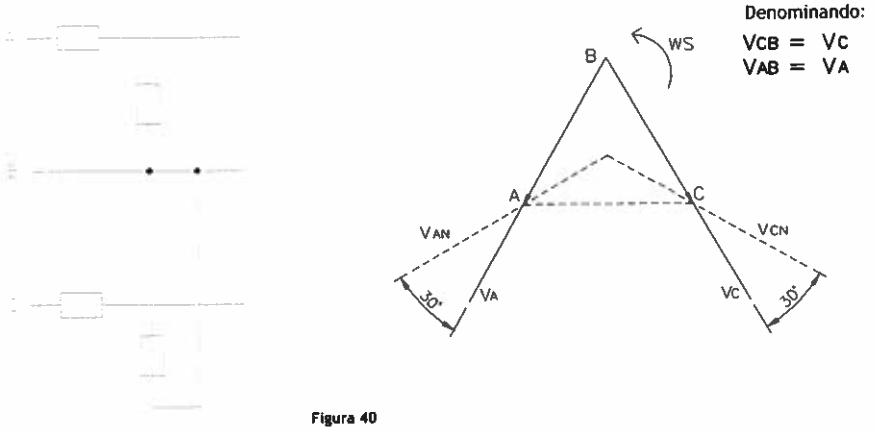


Figura 40

Se concluye que el regulador de la fase "C" es el que está adelantado y el de la fase "A" es el retrasado. Los valores de R'c y X'c son los mismos que se demostraron anteriormente para el regulador retrasado y el adelantado.

10.1.3.4.2 - Conexión con Fase "C" sin regulador

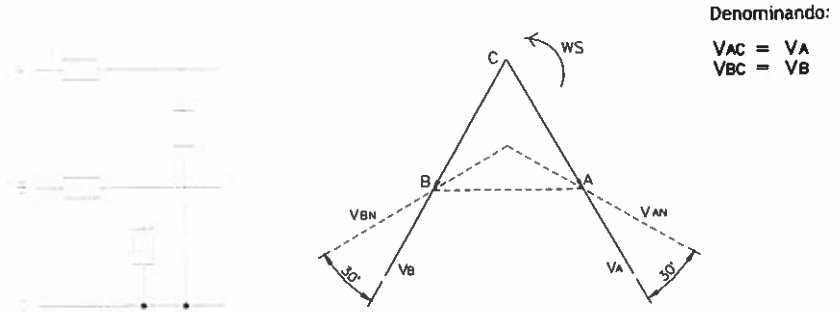


FIGURA 41

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

Se concluye que el regulador de la fase "A" es el que está adelantado y el de la fase "B" es el retrasado. Los valores de R'c y X'c son los mismos que se demostraron anteriormente para el regulador retrasado y el adelantado.
Tras el cálculo de R'c y X'c, los valores positivos deberían ajustarse en el interruptor de polaridad del control con polaridad positiva y los valores negativos, en el interruptor de polaridad del control con polaridad negativa. Sin embargo, el control del regulador TOSHIBA está programado para realizar la corrección de los valores de R'c e X'c automáticamente, siempre y cuando se configuren previamente en el control los valores de Rc y Xc y la transformación de la conexión triángulo. (Ver más información en el Manual del Control Regulador de Tensión).
Se concluye que, en las conexiones en triángulo abierto, un regulador está retrasado y el otro, adelantado. Sin embargo, en el campo, a veces resulta difícil determinar cuál regulador está retrasado y cuál está adelantado para ajustar los valores de R y X del compensador de caída en la línea.

11 - TRANSPORTE DE REGULADORES MONOFÁSICOS DE TENSIÓN

11.1 - Objetivo

Para proporcionar una mejor garantía del equipo durante el embarque y el transporte, se deben tomar las medidas preventivas contra choques descritas en ese manual.

11.2 - Empaque

Se debe empacar el regulador en una caja de madera. La base y la parte superior del regulador deben estar bien calzadas respecto al empaque para impedir el desplazamiento del regulador durante el transporte.

11.3 - Fijación

Para evitar desplazamientos durante el transporte, se deben poner fijadores en la base del semirremolque o camión.
La fijación en la parte superior debe realizarse a través de ataduras en los ganchos o en el empaque.

11.4 - Comprobación Antes de la Expedición

El responsable del transporte debe comprobar los elementos a continuación antes de salir de la fábrica:
➔ Condición de embarque
➔ Condición del equipo

11.5 - Utilización del Tipo de Semirremolque o Camión

⚠ ATENCIÓN	El semirremolque o camión debe tener un tacómetro instalado

11.6 - Documentos e Informes de Transporte

⚠ ATENCIÓN	Se deben guardar durante un periodo mínimo de 03 años

11.7 - Valores de Límite de Velocidad

⚠ ATENCIÓN	Carreteras asfaltadas: Máximo 60 Km/h
	Carreteras no asfaltadas: Máximo 40 Km/h

Estos límites se deben obedecer rigurosamente.

Nota: El incumplimiento de esos límites de velocidad puede implicar en la pérdida de la garantía del equipo en el caso de que se detecte un problema que pueda ser resultante de ese hecho.

12 - INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REGULADORES DE TENSIÓN MONOFÁSICOS

12.1 - Introducción

El regulador de tensión TOSHIBA fue diseñado para prestar un buen servicio en la línea y facilitar su operación y mantenimiento.
Los materiales de alta calidad y un buen trabajo de fabricación se han combinado para ofrecerle el mejor regulador. Se ha inspeccionado y ajustado su regulador cuidadosamente en la fábrica; sin embargo, para que su funcionamiento sea satisfactorio es importante que la instalación sea perfecta y el mantenimiento sea continuo.

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPER S.A.

El propósito de este manual es ayudar a obtener un servicio duradero y económico de su regulador. Lea este manual antes de instalar u operar su regulador.

12.2 - Recibimiento

En la entrega de su regulador, compruebe cuidadosamente cada elemento de la factura. Si falta algo o si el regulador está dañado, comuníquese de inmediato con la agencia que realizó la entrega y escriba la información necesaria en la factura.
Si es necesario, póngase en contacto con Toshiba Infraestrutura América do Sul Ltda.

12.3 - Almacenaje

Si el regulador no se va a poner en marcha inmediatamente, se puede guardar en un sitio cubierto o expuesto a las condiciones del tiempo sin grandes precauciones,siempre y cuando el compartimento de control y la tapa de inspección estén bien cerrados.

12.4 - Instalación

Los reguladores de tensión TOSHIBA pueden instalarse tanto en sitios cubiertos como al aire libre, en plataformas o postes, siempre que se respeten los límites de condiciones servicio establecidos en la norma NBR 11809 / ANSI C57.15 o en la especificación técnica del cliente, adoptando la opción que sea más riguroso.

12.4.1 - Para poner el regulador en marcha

12.4.1.1 - Compruebe el nivel de aceite a través de su indicador.

12.4.1.2 - Compruebe las porcelanas de los casquillos.

⚠ CUIDADO	**Debido al manejo y transporte indebido, las porcelanas de los casquillos pueden presentar grietas.**

12.4.1.3 - Compruebe la rigidez dieléctrica del aceite

(esto no es necesario si la unidad es instalada inmediatamente después del recibimiento y en buenas condiciones). Si la rigidez dieléctrica está por debajo de 30 kV, es necesario filtrar el aceite antes de poner en marcha el regulador.

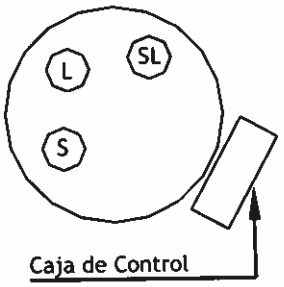
12.4.1.4 - Cortocircuitar los casquillos de fuente, carga y neutro.

Medir la resistencia (con MEGGER) entre esos casquillos y el tanque. Los valores obtenidos deben ser, como mínimo, 2000 Mega Ohmios, a la temperatura ambiente.

NOTA:

1- Los casquillos están identificados según la nomenclatura descrita en el cuadro siguiente, de acuerdo con el interés del cliente. Esa nomenclatura estará impresa visiblemente en la tapa del regulador.

AISLADORES	NOMENCLATURA	
	ANSI	ABNT
FUENTE	"S"	"F"
CARGA	"L"	"C"
NEUTRO	"SL"	"FC"



Disposición de los aisladores en la tapa del regulador

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

2- Si no se cumple con algunos de los requisitos mencionados anteriormente, póngase en contacto con el servicio de asistencia técnica de Toshiba Infraestrutura América do Sul Ltda. a través de los teléfonos (0xx31) 3329-6565, (0xx31) 3329-6654 o del e-mail: falecom@toshiba.com.br

12.4.1.5 - Observe los dibujos de la placa de identificación y del diagrama de control.

⚠ CUIDADO	Compruebe en qué tensión se conectará el Regulador de Tensión Monofásico. Para cerciorarse de eso, siga las conexiones establecidas en la placa de identificación del regulador.

12.4.2 - Conexiones típicas para reguladores monofásicos

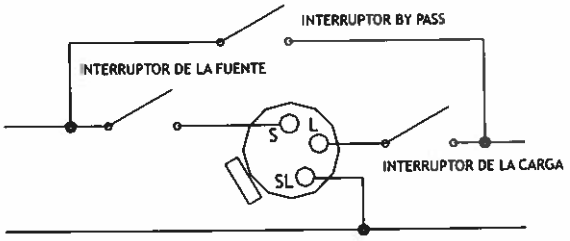


FIGURA 42 - MONOFÁSICO
CONEXIÓN DE UM REGULADOR MONOFÁSICO EN UNA LÍNEA MONOFÁSICA.

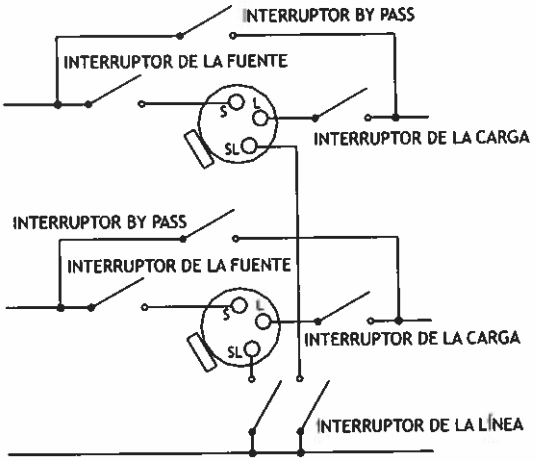


Figura 43 TRIÁNGULO ABIERTO
CONEXIÓN DE DOS REGULADORES MONOFÁSICOS EN UNA LÍNEA TRIFÁSICA EN TRIÁNGULO ABIERTO QUE SUMINISTRA AL SISTEMA 10% DEL RANGO DE REGULACIÓN EN LAS 3 (TRES) FASES.

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPER S.A.

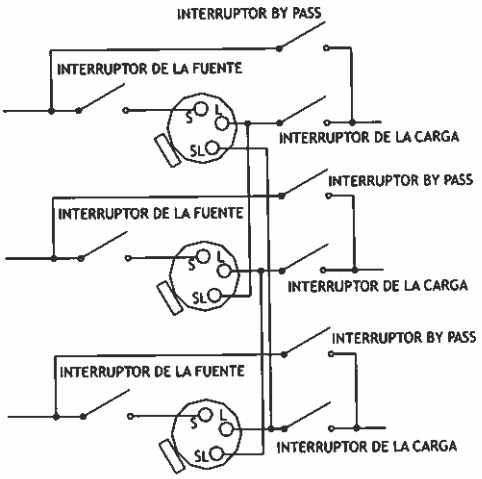


Figura 44 TRIÁNGULO CERRADO
CONEXIÓN DE TRES REGULADORES MONOFÁSICOS EN UNA LÍNEA TRIFÁSICA EN TRIÁNGULO CERRADO QUE SUMINISTRA AL SISTEMA 15% DEL RANGO DE REGULACIÓN.

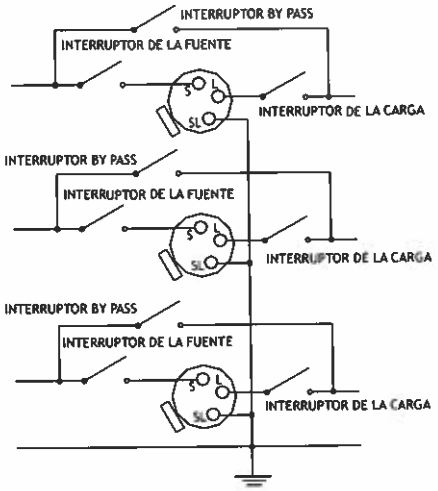
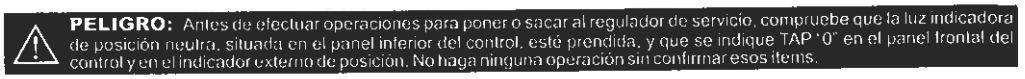


FIGURA 45 - CONECTADO EN ESTRELLA
CONEXIÓN DE TRES REGULADORES MONOFÁSICOS EN ESTRELLA EN UNA LÍNEA TRIFÁSICA CON NEUTRO CONECTADO A TIERRA QUE SUMINISTRA AL SISTEMA 10% DEL RANGO DE REGULACIÓN.

12.4.3 - Maniobra en reguladores

La puesta en servicio y retirada del regulador del servicio debe seguir el procedimiento a continuación.

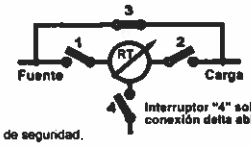
Nota: Este procedimiento se destina a reguladores con control TB-R1000


PELIGRO: Antes de efectuar operaciones para poner o sacar al regulador de servicio, compruebe que la luz indicadora de posición neutra, situada en el panel inferior del control, esté prendida, y que se indique TAP "0" en el panel frontal del control y en el indicador externo de posición. No haga ninguna operación sin confirmar esos ítems.

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

Principales operaciones de maniobra

Colocación del regulador en servicio y apertura de la llave by-pass



01- Use los equipos de seguridad.

02- Verifique si las partes metálicas están rigidamente puestas a tierra.

03- Ponga el interruptor de alimentación "externo/desconecta/normal" del panel inferior de la caja de control en la posición "desconecta" en todos los reguladores del banco.

04- Cierre el interruptor "4" sólo para el banco en delta abierto en todos los reguladores del banco.

05- Cierre el interruptor "1" (lado de la fuente) en todos los reguladores del banco.

06- Ponga el interruptor de alimentación "externo/desconecta/normal" del panel inferior del control en la posición "normal", seleccione la opción "manual" a través de la tecla "manual/auto" del panel superior del control y ponga todos los reguladores del banco en la posición "0" a través de las teclas subir ⓢ y bajar ⓓ del panel superior del control.

07- Compruebe que la luz indicadora de posición neutra situada en el panel inferior del control esté prendida y si hay indicación de TAP "0" en el panel superior del control en todos los reguladores del banco.

08- No continuar con los procedimientos de maniobra del regulador en caso de que haya una divergencia entre la indicación de TAP "0" del panel superior del control y la indicación de luz de posición neutra situada en el panel inferior del control.

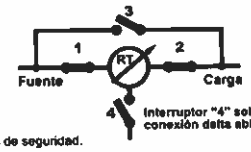
09- Ponga el interruptor de alimentación "externo/desconecta/normal" del panel inferior del control en la posición "desconecta" en todos los reguladores del banco.

10- Cierre el interruptor "2" (lado de la carga) en todos los reguladores del banco.

11- Abra el interruptor "3" (by-pass) en todos los reguladores del banco.

12- Ponga el interruptor de alimentación "externo/desconecta/normal" del panel inferior del control en la posición "normal" y seleccione la opción "auto" a través de la tecla "manual/auto" del panel superior del control en todos los reguladores del banco.

Retirada de servicio del regulador y cierre del interruptor by-pass



01- Use los equipos de seguridad.

02- Verifique si las partes metálicas están rigidamente puestas a tierra.

03- Seleccione la opción "manual" a través de la tecla "manual/auto" del panel superior del control y ponga todos los reguladores del banco en la posición "0" a través de las teclas subir ⓢ y bajar ⓓ del panel superior del control.

04- Compruebe que la luz indicadora de posición neutra situada en el panel inferior del control esté prendida y si hay indicación de TAP "0" en el panel superior del control en todos los reguladores del banco.

05- No continuar con los procedimientos de maniobra del regulador en caso de que haya una divergencia entre la indicación de TAP "0" del panel superior del control y la indicación de luz de posición neutra situada en el panel inferior del control.

06- Ponga el interruptor de alimentación "externo/desconecta/normal" del panel inferior del control en la posición "desconecta" en todos los reguladores del banco.

07- Cierre el interruptor "3" (by-pass) en todos los reguladores del banco.

08- Abra el interruptor "2" (lado de la carga) en todos los reguladores del banco.

09- Abra el interruptor "1" (lado de la fuente) en todos los reguladores del banco.

10- Abra el interruptor "4" solamente para el banco en delta abierto en todos los reguladores del banco.

FIGURA 47

12.5 - Instalación

12.5.1 - Pararrayos "by-pass"

Todos los reguladores modelo estándar están equipados con pararrayos by-pass que se deben montar entre los casquillos de fuente y carga.

El pararrayos by-pass limita la tensión a través del embobinado, pero no actúa como protección de la línea a la tierra.

Protección contra rayos (Pararrayos Shunt): para mejor protección del regulador y de la línea, se debe instalar un pararrayos de tensión apropiada entre línea y tierra uno en el lado de la fuente y otro en el lado de la carga.

⚠ CUIDADO	**Fusibles: cuando se los usen con los reguladores monofásicos, póngalos sólo en los terminales de la fuente, nunca en el terminal neutro o común.**

12.5.2. Válvula de alivio de presión

Se usa para aliviar la presión interna del depósito y protegerlo contra presiones elevadas debido a problemas en la parte activa del regulador.

⚠ ATENCIÓN	**Compruebe en el dibujo de "Dimensiones Externas" (anexo) qué tipo de válvula se aplica a su regulador.**

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

12.5.2.1 - Funcionamiento

Cuando la presión interna del tanque sea superior a la presión de actuación de la válvula de alivio, ésta se accionará automáticamente y liberará la presión. Así que la presión interna del tanque llegue a un valor inferior al valor de la presión de operación, la válvula se desactivará y volverá a sellar el tanque.

NOTA: Cuando se accionen las válvulas del tipo VA 46 y VA 46/2 (con contacto), la clavija señalizadora se elevará para indicar la actuación de la válvula. Tras su funcionamiento, la clavija señalizadora seguirá elevada aun cuando la válvula no esté actuando, y se debe bajarla manualmente a su posición original.

12.5.2.2 - Tipos de válvulas

12.5.2.2.1 - Sin contactos eléctricos

12.5.2.2.1.1 - TB-VAP300

Ubicación: En la tapa del regulador o la parte lateral del tanque.
Presión de actuación: 0.7± 20% kgf/cm2
Fabricante: TOSHIBA

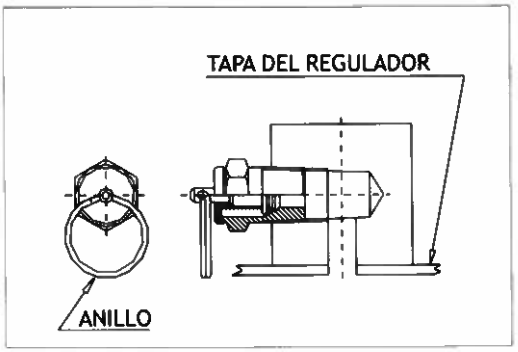


Figura 47

12.5.2.2.1.2 - TB-VAS50

Ubicación: En la tapa del regulador
Presión de actuación: 0.7± 10% kgf/cm2
Fabricante: ANILAG

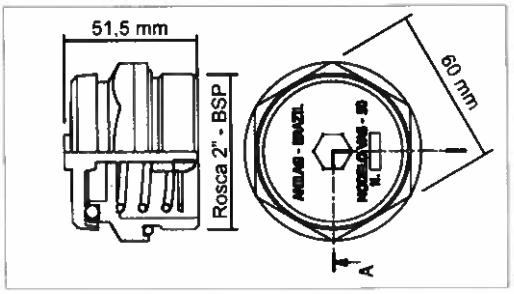


Figura 48

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

12.5.2.2.1.3 - VA 46
Ubicación: En la tapa del regulador
Presión de actuación: 0.7± 10% kgf/cm2
Fabricante: ANILAG

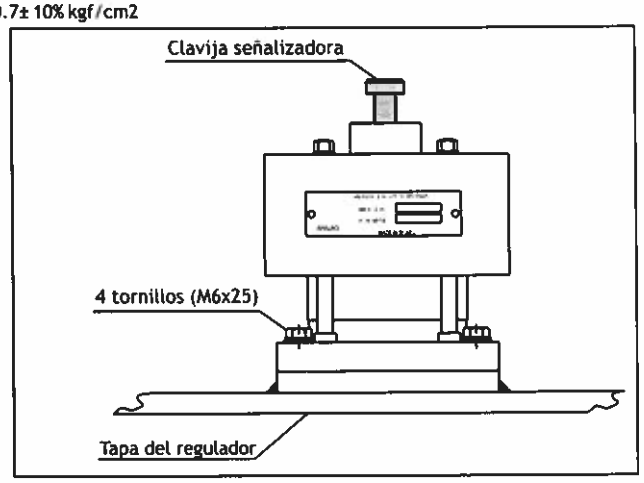


Figura 49

12.5.2.2.2 - Con contactos eléctricos

12.5.2.2.2.1 - VA 46/2
Ubicación: En la tapa del regulador
Presión de actuación: 0.7± 10% kgf/cm2
Clavija señalizadora amarilla
Fabricante: ANILAG

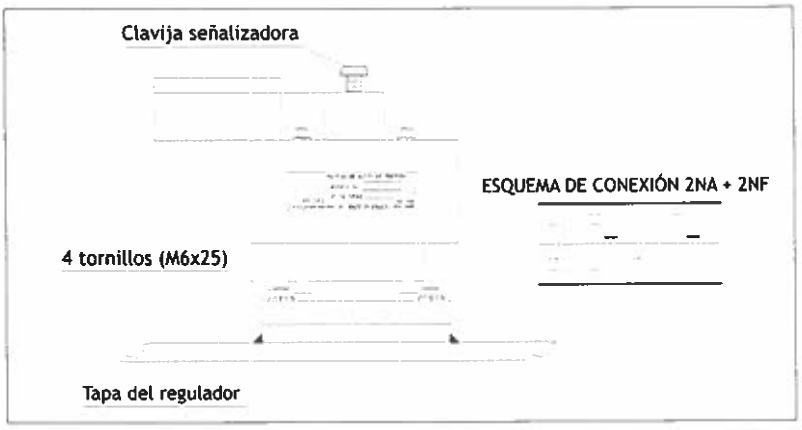


Figura 50

ATENCIÓN: El accionamiento de la válvula indica que hubo averias en la parte activa del regulador y que se debe realizar un análisis de cromatografía de gas en el aceite, medir la rigidez dieléctrica del aceite y la resistencia de aislamiento del regulador.

12.5.2.3 - Comunicación de anomalías

Si a través de la inspección periódica o con el regulador en funcionamiento normal se nota alguna anormalidad, solicitamos que comunique el hecho a Toshiba Infraestrutura América do Sul Ltda.

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

12.6 - CONEXIONES DEL REGULADOR A LA CAJA DE CONTROL

La conexión del regulador a la caja de control se realiza a través de un multicable que se conecta al bloque de terminales en la tapa del regulador y se conecta a la caja de control a través de la prensa de cables.
(ver figuras 50 y 51)

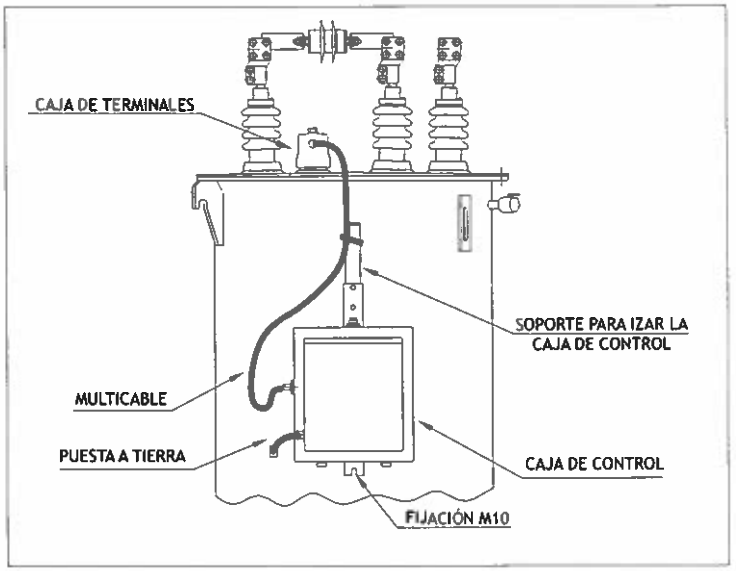


Figura 51 - Regulador sin indicador de posiciones

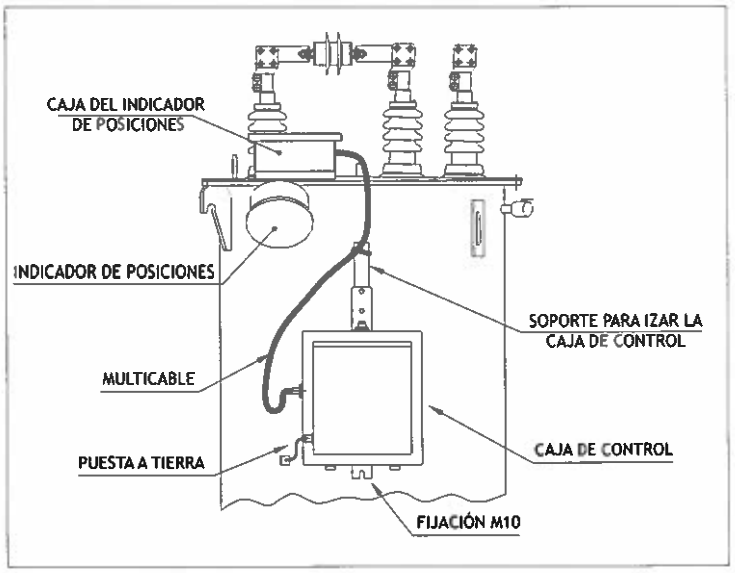


Figura 52 - Regulador con indicador de posiciones

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

12.7 - MANTENIMIENTO DEL REGULADOR

12.7.1 - Inspección periódica

CONTROL ELECTRÓNICO

Cláusula	Punto de Inspección	Comprobar	Período	Procedimiento o elemento de comprobación	Evaluación / Corrección
1	Control	- Accionamiento manual - Bloqueo máximo y mínimo	1 año	- Posicionando el ajuste de operación para elevar, cerciórese de que el control eleva el Tap y para en el bloqueo ajustado. - Posicionando el ajuste de operación para bajar, cerciórese de que el control baja el Tap y para en el bloqueo ajustado.	Según la instrucción de operación.
2		Tensión de referencia		Con el regulador energizado, ajuste: Ur=0V, Ux= 0V. Compruebe si la tensión de salida del "Voltímetro" está igual (± 1V) que la referencia después de estabilizado.	
3		- Temporización lineal - Accionamiento automático para elevar y bajar		- Variar el ajuste de la tensión de referencia para una tensión mayor que la tensión de la red - Compruebe si el motor se acciona en el sentido "Elevar" cuando se agota el tiempo ajustado. - Variar el ajuste bruto para una tensión menor que la tensión de la red. - Compruebe si el motor se acciona en el sentido "Abaixar" (Bajar) cuando se agota el tiempo ajustado.	

REGULADOR DE TENSIÓN

4	Accesorios	Casquillos	1 año	1. Acumulación de impurezas en las porcelanas; 2. Fuga de aceite; 3. Apriete de los terminales.	1. Cuando la contaminación sea excesiva, limpie con un trapo humedecido con amoníaco o tetracloruro de carbono y aplique un neutralizador. Después de eso, lave con agua dulce y seque con un trapo seco; 2. Cuando los terminales estén flojos, reapriételos.
		Pararrayos		1. Aglomeración de impurezas; 2. Resistencia de aislamiento.	
		Indicador de nivel de aceite		- Grieta en la mirilla de vidrio; - Fuga de aceite.	- *Reemplazo de la mirilla de vidrio;* - Reapriete con el cuerpo del indicador oreemplace la empaquetadura.
		Válvula de drenaje del aceite		- Fuga de aceite.	- Reapriete; si la fuga persiste, se debe sacar el equipo del servicio activo

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

Cláusula	Punto de Inspección	Comprobar	Periodo	Procedimiento o elemento de comprobación	Evaluación / Corrección
4	Accesorios	Caja de control y Caja de terminales	1 año	- Entrada de agua en la caja; - Compruebe la conexión del multicable a la caja de control y terminales.	- En caso de entrada de agua, reemplace las empaquetaduras de sellado de la puerta: - Desobstruya los orificios de aircación; - Conexión del multicable floja; reapriétela.
5	Accesorios	Indicador de posición del conmutador bajo carga	1 año	-Entrada de agua en el indicador externo;	-Mantener el indicador; -Eliminar la humedad en la caja de bornes;
6	Exterior del depósito		1 ó 3 años	- Compruebe la condición general de la pintura del depósito.	- La renovación de la pintura de la superficie externa deberá realizarse con la siguiente frecuencia: 1. Los equipos instalados en zonas industriales, marítimas y bajo atmósferas contaminadas quimicamente, cada 12 meses; 2. Los equipos instalados en atmósfera sin contaminación y fuera de la costa, aproximadamente cada 3 años.
7	Aceite aislante	Rigidez dieléctrica	6 meses	- Todos los procedimientos deben estar de acuerdo con la Norma ABNT NBR 6869.	1. Satisfactorio: Mayor que 26 kV/2,5 mm; 2. A recondicionar: Menor que 26 kV/2,5 mm.
8	Diversos	Ruido de excitación anormal y vibración		- Compruebe las condiciones de fijación de las partes conectadas al tanque.	-Reajuste. Póngase en contacto con Toshiba Infraestrutura América do Sul Ltda. Por los teléfonos: (0xx31) 3329-6565 o (0xx31) 3329-6654 e-mail: falecom@toshiba.com.br

NOTAS:

** Tras todas las pruebas, se deben poner los ajustes como se encontraban inicialmente.*

** Si no hay condiciones para realizar todas las pruebas debido a variaciones que las mismas producirán en el lado de la carga, sugerimos que se remueva el regulador de servicio, se cierre el desvío by-pass y se desconecte el lado de carga (ver procedimiento en la instrucción de maniobra fijada a la tapa de la caja de control), lo que permite probar todas las funciones del relé, con excepción de las relacionadas con la compensación de caida de linea.*

Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

12.7.2 - Inspección interna del regulador

Se recomienda realizar la inspección interna del regulador cada 250.000 operaciones. Esa periodicidad es la misma que se recomienda para el conmutador, de acuerdo con el apartado 13.1.5.

La inspección interna básicamente está constituida por:

a) Inspección del conmutador de derivación de carga, según la instrucción especifica para el mismo.

b) Inspección de la parte activa.

* No es necesario realizar ningún ensayo o comprobación, a no ser que se note alguna condición anormal de funcionamiento; en ese caso, se debe notificar a Toshiba Infraestrutura América do Sul Ltda. Se recomienda realizar como mínimo:

- Comprobación de la relación de espiras;
- Medición de la resistencia eléctrica de los embobinados de excitación y de tap's;
- Inspección visual

12.7.3 - Retirada de la parte activa del depósito

La parte activa del depósito se debe retirar en un sitio cubierto, preferentemente con control de polvo; se debe retirar totalmente del depósito.

Procedimientos:

A) Saque los tornillos de fijación de la tapa;

B) Saque todos los tornillos de fijación y puesta a tierra de la caja de control al depósito del regulador. Si es necesario, la caja de control sale junto con la tapa;

C) Se debe sacar la parte activa del depósito mediantelas argollas de izado ubicadas en la tapa;

Durante la inspección, compruebe si todos los tornillos, tuercas y conexiones están bien apretados.

D) Para cada hora de exposición, se debe someter la parte activa a 2 (dos) horas de vacio. Máximo 5 mmHg;

E) Tras concluir el periodo de vacio, se debe iniciar el llenado de aceite. Tras completar el nivel de aceite, se puede romper el vacio;

F) Deje el regulador en reposo durante 12 horas antes de energizarlo.

12.7.4 - Comprobación del funcionamiento del mecanismo de operación (con control manual)

ATENCIÓN: Para ver la ubicación de los interruptores del painel de control y las indicaciones de la pantalla, consultar el manual ES-55166, apartado 2.0.

Para comprobar el funcionamiento del conmutador, se debe seguir el procedimiento a continuación:

A) Alimentar el relé regulador / indicador digital de posiciones (alimentación normal o externa).

B) Presione la tecla Manual ✋/Automático hasta que la indicación de modo manual aparezca en la pantalla "✋". Presione la tecla (MENU) para acceder al modo estático. Luego, presione la tecla (+) o (−) hasta que se muestre el código 12, subcódigo 00 (tap actual). Presione la tecla (↑) (elevar tap). Se incrementará el valor de la grandeza indicado hasta el valor máximo de +16.

C) Se debe usar el mismo procedimiento para bajar lo tap pero, en lugar de presionar la tecla (↑) (elevar tap), presione (↓) (bajar tap). Se reducirá el valor de la grandeza indicado hasta el valor mínimo de -16.

El contador de operaciones incrementará de uno en uno a cada cambio de tap indicado en la pantalla, para comprobar la operación del mecanismo.

12.7.5 - Equipos necesarios para la inspección

12.7.5.1 - Instrumentos

A) Instrumento para probar la rigidez dieléctrica del aceite;

B) Aparato para la prueba de relación de espiras;

C) Voltímetro-ohmímetro para calibración y prueba del aparato de comando;

D) "Megger" para pruebas de aislamiento;

E) Aparato para mediciones de corriente de línea.

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

13 - INSTRUCCIONES PARA EL CONMUTADOR DE DERIVACIÓN BAJO CARGA

El conmutador fue construido para soportar condiciones severas de operación con el mínimo de mantenimiento.
Todas las partes móviles del conmutador que requieren lubricación, incluido el motor de accionamiento, están inmersas en el aceite. El motor no tiene anillos colectores ni escobilla, y todos los contactos de los interruptores son suficientemente resistentes. Los destinados a la interrupción de corrientes están hechos de aleaciones de materiales altamente resistentes.

13.1 - Conmutador de Derivación Bajo Carga Tipo CR-3

13.1.1 - Introducción

El conmutador de derivaciones TOSHIBA se aplica a reguladores monofásicos del tipo REACTOR controlado y supervisado a través del comando electrónico TOSHIBA compuesto por un indicador analógico (mecánico) de posiciones y un e relé regulador de tensión.

13.1.2 - Características:

13.1.2.1 - Accionamiento:

Los modelos CR son conmutadores rotativos con accionamiento mediante resortes cargados por un accionador motorizado.
El mecanismo tiene las siguientes características :

* Funcionamiento simple, con pocas partes móviles, y muy seguro;
* Conmutación independiente del motor (accionamiento por cadena), que asegura que una vez iniciado el desplazamiento de los contactos móviles no hay modo de interrumpirlos (la interrupción produciría la erosión eléctrica inmediata de los contactos) ;
* Bloqueos a través de marcos que delimitan con absoluta seguridad los campos permitidos a los contactos eléctricos móviles;
* El motor de accionamiento eléctrico con reductor reversible está dimensionado para soportar todas las condiciones exigidas por el conmutador, como permanecer energizado y bloqueado por cualquiera de los bloqueos mecánicos, sin daños. Se caracteriza por movimientos suaves que minimizan la turbulencia y la contaminación del aceite aislante en el cual funciona totalmente inmerso; a pesar de eso, se puede utilizar por períodos de, cómo máximo, 30 minutos fuera del aceite para pruebas, comprobaciones y mantenimiento. Se puede accionar el motor con tensiones de 90 a 140Vca en 60 Hz; proporciona corriente máxima de 0.8A (cuando bloqueado) y su alimentación se lleva a cabo según la FIG. 54 .

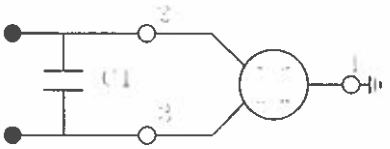


Figura 54
Diagrama de conexión del motor

Donde:
M - Motor reductor de inducción 0,14 CV - 102,87 W 127 V - 780 mA
C1 - Capacitor 10 microfaradios - 250V - 60 Hz / 16 microfaradios-250V- 50 Hz
1 - Terminal de puesta a tierra
2 - Terminal para fase (para elevar)
3 - Terminal para fase (para bajar)
Nota: El capacitor C1 no acompaña al conjunto del conmutador y se instala dentro de la caja de comando del regulador.

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

13.1.2.2 - Conmutación:

El conmutador CR cuenta con contactos para 8 tap's y con el contacto "by-pass" (posición nominal), dispuestos en forma circular (según la FIG. 55).

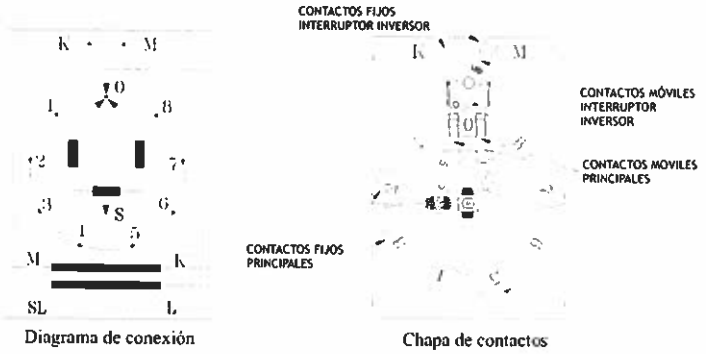


FIGURA 55 - Vista interna de la chapa de contactos (Posición nominal)

Dos contactos móviles, accionados mecánicamente entre sí e independientes eléctricamente, se conmutan entre esos contactos fijos en secuencia y uno a la vez, lo que representa un total de 16 posiciones además del "by-pass" (o neutra / posición nominal).
Las figuras 56, 57 e 58 muestran las conexiones para los tap's +1, +2 e +3 .

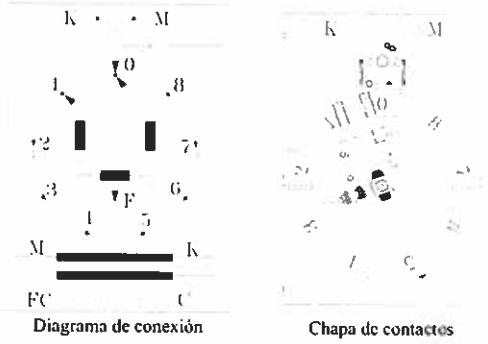


FIGURA 56 - Posición +1

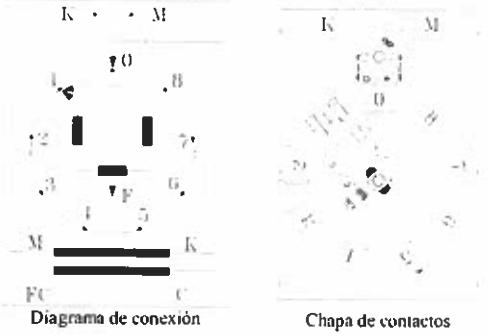


FIGURA 57 - Posición +2

RODOLFO SUAREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

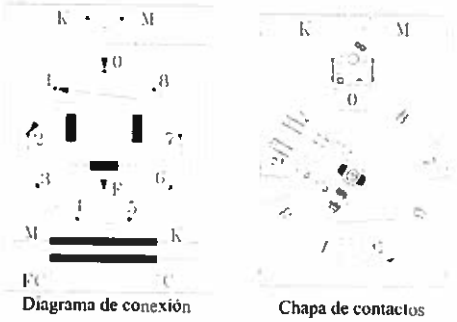


Diagrama de conexión Chapa de contactos

FIGURA 58 - Posición +3

Un interruptor inversor de polaridad conectado al contacto by-pass a través de escobillas, permite el cambio entre las extremidades del embobinado de "tap's", lo que amplía el número de posiciones a 16 puntos de tensión adicionales. Ese interruptor inversor sólo se puede accionar cuando los contactos A y B se encuentran en el contacto by-pass, lo que es asegurado por el mecanismo de accionamiento que cuenta con un marco adecuado para esa condición.

Las figuras 59, 60 y 61 muestran las posiciones -1, -2 e -3 respectivamente:

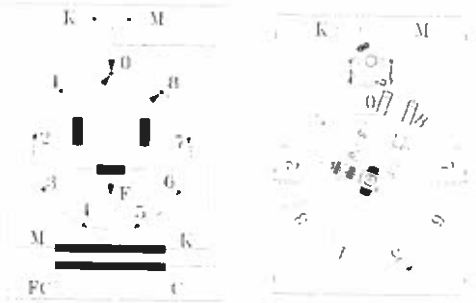


Diagrama de conexión Chapa de contactos

FIGURA 59 - Posición -1

Diagrama de conexión Chapa de contactos

FIGURA 60 - Posición -2

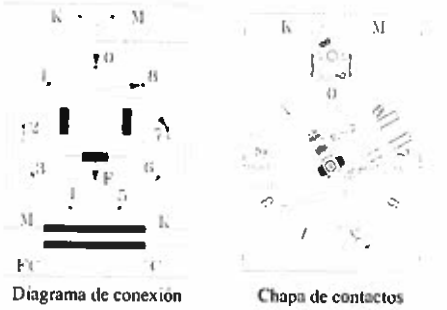


Diagrama de conexión Chapa de contactos

FIGURA 61 - Posición -3

13.1.3 - Indicación:

El conmutador TOSHIBA cuenta con un un contacto que cierra cada operación del conmutador en cualquiera de los sentidos, lo que permite, a través del contador de operación, supervisar la vida útil en número de operaciones del conmutador.

Opcionalmente, Toshiba también suministra el conmutador con el sistema externo de indicación de posición del conmutador, mediante conexión física por un cable flexible entre el indicador externo y el eje de giro del conmutador; es una indicación segura y en tiempo real, no importando si el regulador está energizado o no.

RODOLFO FERRE
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

13.1.4 - Diagrama general del conmutador

Descripción de los terminales de comando

1- Puesta a tierra
2- Comando elevar (motor)
3- Comando bajar (motor)
4- Microinterruptor del indicador de posición neutra
5- Microinterruptor del contador de operaciones
6- Microinterruptor del inversor de polaridad

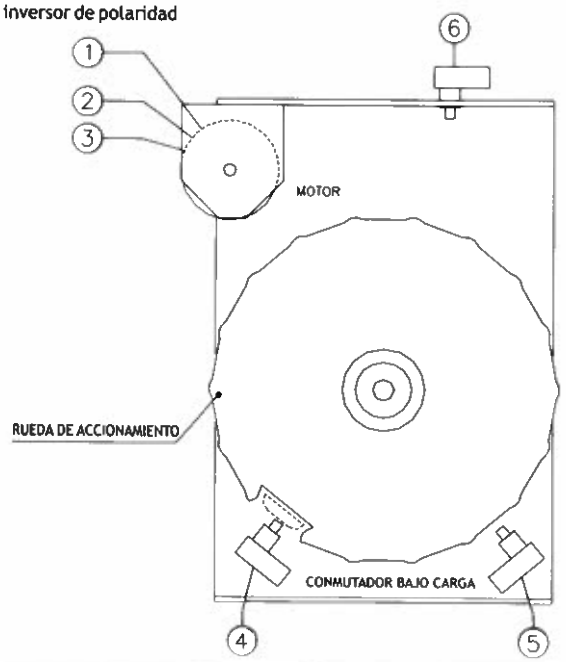


FIGURA 62 - Esquema eléctrico del conmutador

Nota: Se puede modificar la numeración de acuerdo con la necesidad específica de cada regulador (ver diagrama general del regulador).

13.1.5 - Mantenimiento

Los conmutadores TOSHIBA son dispositivos simples y de vida útil larga; sin embargo, las siguientes inspecciones son necesarias:

FRECUENCIA (Núm. de operaciones)	DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS
A cada 250.000	- Reemplazo de los contactos fijos y móviles: - Comprobación del mecanismo de operación
Cada 1.000.000	Revisión general (desmonte y reemplazo de las partes desgastadas)

RODOLFO PEREZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

Medición de la resistencia de contacto (contacto fijo + contacto móvil + eje + anillo colector): Conectar los terminales del microohmímetro entre los terminales del eje y del anillo colector. Realizar mediciones en los tap's pares de 0 a +16. El valor de referencia de la resistencia óhmica para un conmutador nuevo es de, como máximo, 800 µOhmios por contacto. Durante la vida útil del conmutador ocurre un desgaste natural de los contactos, como también desalineación y holguras de los mecanismos móviles que producen una elevación gradual de esa resistencia óhmica. El límite máximo de 2.500 µOhmios se considera aceptable. Si el conmutador llega a ese valor antes del período indicado para mantenimiento/ inspección, se debe retirar del servicio activo e inspeccionarse para evaluar la condición de operación. Si es necesario, se deben reemplazar los contactos y/o revisar las holguras de los mecanismos.

EROSIÓN DE LOS CONTACTOS

La erosión de los contactos está relacionada con muchas variables, tales como:

* Tensión de "tap"
* Factor de potencia
* Diseño de la bobina de "tap's"
* Número de operaciones
* corriente de carga
* Diseño del reactor
* Tiempo de conmutación
* Holguras de los mecanismos móviles y alineación de los contactos

Generalmente la erosión ocurre como se muestra en la figura.

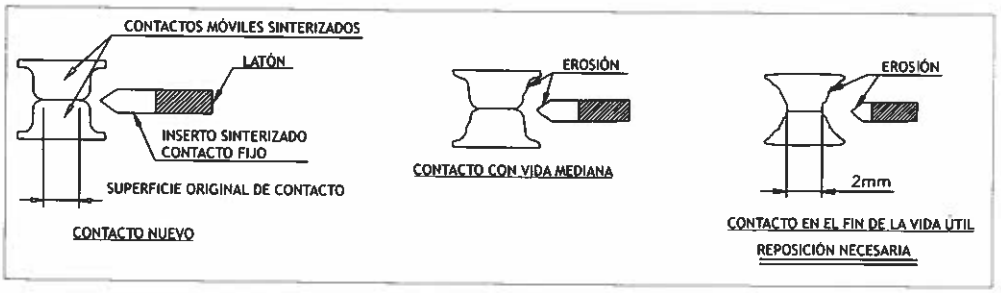


FIGURA 63- Desgaste de los contactos móviles

Nota:

1) Los contactos fijos se desgastan menos que los móviles pero, cuando se efectúa el cambio de un contacto, es recomendable reemplazar todo el conjunto de contactos fijos, móviles y escobillas. El reemplazo parcial de contactos fijos, móviles o escobillas puede producir una gran desalineación del conmutador, desgaste prematuro de los otros componentes móviles y generar gaps (brechas) en la alineación de los contactos, lo que eleva la resistencia óhmica del conjunto y puede comprometer la elevación de temperatura de los contactos.

2) En condiciones normales de alineación, presión de las pastillas de los contactos móviles y desgaste de los contactos fijos y móviles, una superficie con hasta 3 mm de contacto en la pastilla del contacto móvil es suficiente para mantener el conmutador en condiciones normales de operación, sin comprometer los límites de elevación de temperatura de los contactos. Un desgaste superior a ese valor exige obligatoriamente el reemplazo del conjunto de contactos.

13.1.6 - Cuidados durante el montaje

Todas las tuercas que actúan sobre tirantes de latón deben ser sometidas a una torsión de 1,2 kgf.m ;
La cadena de accionamiento debe tener una holgura mínima de 15 mm y máxima de 22 mm (medición según la fig. 64);
Siempre use partes de repuesto originales.

FIGURA 64

13.1.7 - Despieces del conmutador

Objetivo: Solicitud y reemplazo de partes de repuesto

Se ha dividido el montaje del conmutador en:
Despiece del conmutador - Placa del mecanismo de accionamiento FIG. 65.
Despiece del conmutador - Placa de los contactos fijos y móviles FIG. 66.

Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

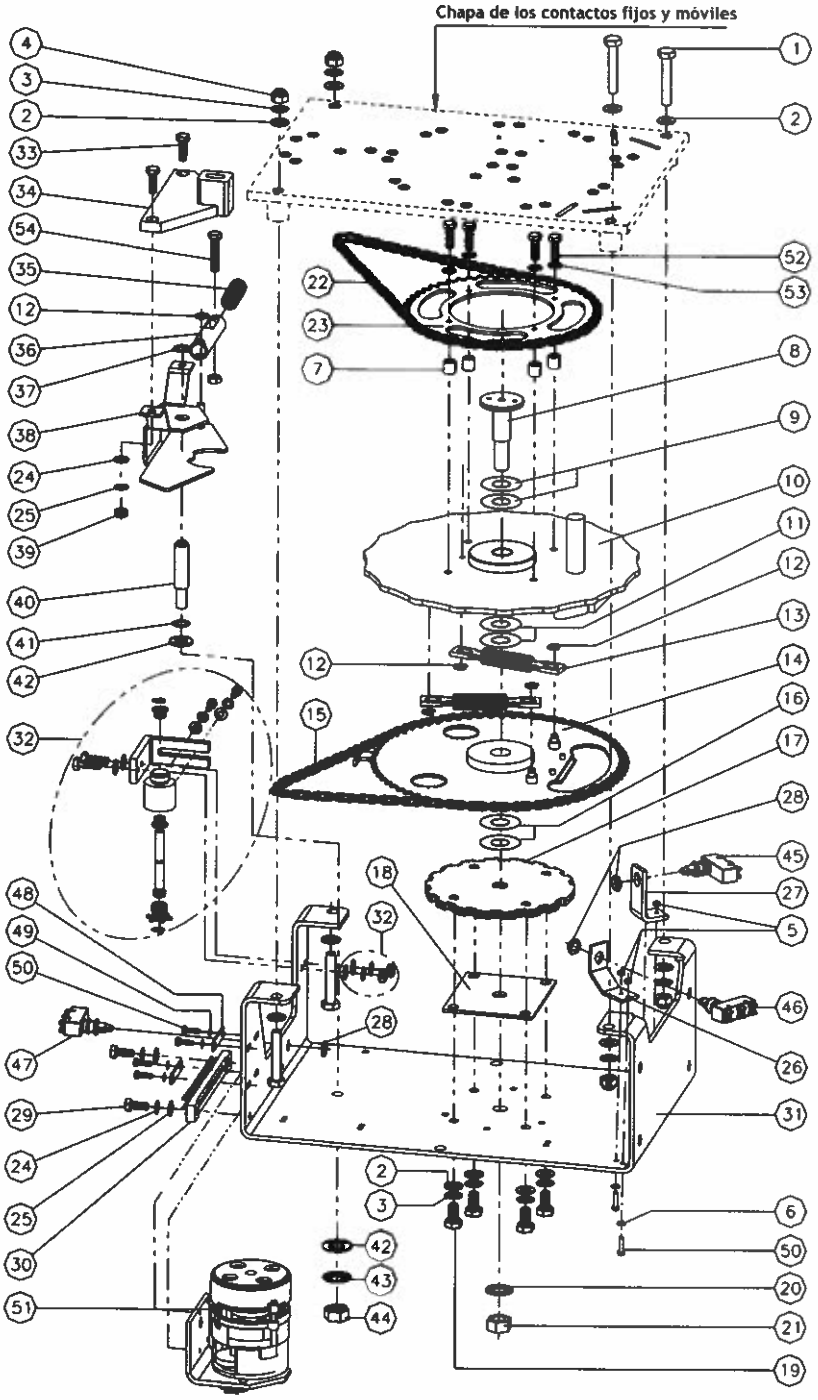


FIGURA 65- Chapa del mecanismo del conmutador CR-3

Representante Legal
ELECTROMUSA

ELEMENTO	DENOMINACIÓN	CANT.	DIBUJO
01	Tornillo hexagonal de acero M10x60mm	04	PM-00106P60R01
02	Arandela lisa de acero M10	12	PM-00207P10R01
03	Muelle de discos M10	08	PM-00306P10R01
04	Tuerca autobloqueante M10 (Paso 1,5)	04	PM-00406P11R01
05	Tuerca hexagonal de acero M5	04	PM-00506P05R01
06	Arandela lisa de acero M5	04	PM-00607P05R01
*07	Espaciador de la rueda dentada para IME	04	PM-00705P01R01
08	Eje	01	PM-00802P01R01
09	Espaciador	02	PM-00900P06R01
10	Montaje de la Placa de accionamiento	01	PM-01000G01R01
11	Espaciador	03	PM-01100P03R01
12	Anillo elástico	06	PM-01202P05R01
13	Resorte de accionamiento	02	PM-01304G01R01
14	Montaje de la rueda dentada principal	01	PM-01401G01R01
15	Cadena de la rueda dentada principal	01	PM-01502P01R01
16	Espaciador	02	PM-01600P04R01
17	Disco de posiciones	01	PM-01700P01R01
18	Espaciador del disco de posición	01	PM-01802P01R01
19	Tornillo hexagonal de acero M10x20mm	04	PM-01906P20R01
20	Muelle de discos M16	01	PM-02006P16R01
21	Tuerca hexagonal de acero M16	01	PM-02106P16R01
*22	Corriente de la rueda dentada para indicador mecánico externo	01	PM-02201P01R01
*23	Rueda dentada para indicador mecánico externo (IME)	01	PM-02301G01R01
24	Arandela lisa de acero M8	04	PM-02407P08R01
25	Muelle de discos M8	04	PM-02506P08R01
26	Soporte para Microinterruptore (posición neutra)	01	PM-02600P01R01
27	Soporte para Microinterruptor (contador de operaciones)	01	PM-02700P01R01
28	Tuerca hexagonal para microllave	03	PM-02800P01R01
29	Tornillo hexagonal de acero M8x20mm	02	PM-02907P20R01
30	Montaje de la regla de bornes	01	PM-03001G01R01
31	Chapa del mecanismo	01	PM-03100G01R01
*32	Mecanismo de transmisión del indicador mecánico externo	01	PM-03206G01R01
33	Tornillo hexagonal de acero M8x25mm	02	PM-03307P25R01
34	Brazo aislante de interruptor inversor	01	PM-03405P01R01
35	Resorte del tubo de accionamiento del interruptor inversor	01	PM-03510P01R01
36	Tubo de accionamiento del interruptor inversor	01	PM-03608P01R01
37	Anillo elástico del eje del tubo de accionamiento del interruptor inversor	01	PM-03702P08R01
38	Brazo de accionamiento del interruptor inversor	01	PM-03800G01R01
39	Tuerca hexagonal de acero M8	02	PM-03906P08R01
40	Eje del interruptor inversor	01	PM-04002P01R01
41	Espaciador interruptor inversor	01	PM-04104P01R01
42	Arandela lisa de acero M12	02	PM-04207P12R01
43	Muelle de discos M12	01	PM-04306P12R01
44	Tuerca hexagonal de acero M12	01	PM-04406P12R01
45	Microinterruptor del contador de operaciones	01	PM-04501P01R01
46	Microinterruptor de la posición neutra	01	PM-04601P01R01
47	Microinterruptor de la polaridad	01	PM-04701P01R01
48	Chapa de apoyo (motor)	02	PM-04804P01R01
49	Muelle de discos M5	04	PM-04906P05R01
50	Tornillo hexagonal de acero M5x16mm	08	PM-05006P16R01
51	Motor del conmutador	01	PM-05103G01R01
*52	Tornillo hexagonal de acero M8x25mm	04	PM-05207P25R01
*53	Muelle de discos M8	04	PM-05306P08R01
54	Tornillo hexagonal de acero M8x40mm	01	PM-05407P40R01

LEYENDA PLACA DEL MECANISMO DEL CONMUTADOR CR-3

RODOLFO CRUZ
Representante Legal
ELECTROPAR S.A.

Nota:

1) Los elementos indicados con un (*) en la leyenda de la Placa del Mecanismo arriba sólo se aplican a los conmutadores con sistema de indicación mecánica externa de posiciones. Esas partes permiten acoplar al conmutador un sistema vía cable, a través de la conexión mecánica al eje de rotación principal de los contactos, al informar en tiempo real la posición que el conmutador ocupa instantáneamente.

2) Los plazos de mantenimiento y los cuidados en el montaje e inspección de los conmutadores del tipo CR-3 con indicador mecánico externo (IME) deben seguir los mismos criterios usados para el conmutador sin IME, según el elemento 13.1.5.

3) Las cantidades de los espaciadores P9, P11 y P16 son las máximas que se usan en el montaje, pero sólo se deben montar las cantidades suficientes para permitir el ajuste del conmutador de manera que gire libremente. La colocación de las partes depende directamente de ajustes durante el montaje; las cantidades usadas pueden variar respecto a lo indicado en la leyenda arriba.

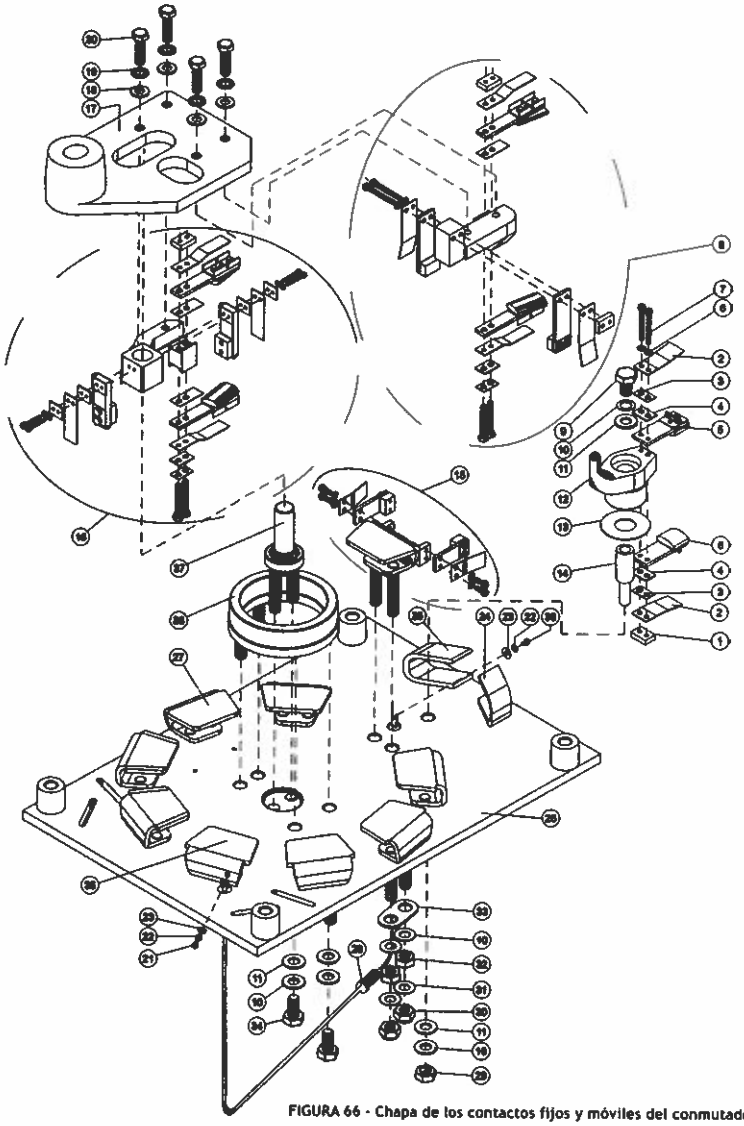


FIGURA 66 - Chapa de los contactos fijos y móviles del conmutador CR-3

RODOLFO PEREZ