

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Recinto Universitario Simón Bolívar
Facultad de Electrotecnia y Computación



Monografía para Optar al Título de Ingeniero Eléctrico

Título:

**“ANALISIS Y PROPUESTA TECNICA PARA CREAR UNA
REFERENCIA DE TIERRA, EN UNA SALIDA DE UN CIRCUITO DE
DISTRIBUCIÓN EN MEDIA TENSION 7.6/13.2 kV, EN UN NODO DE
CONEXIÓN SIN NEUTRO”.**

Elaborado por:

Br. Wilberth David Centeno Rodríguez
Br. Jerson Rafael Moreno Duarte

Tutor:

Ing. Carlos Abraham Pérez Méndez

Managua, Nicaragua Mayo del 2019

Dedicatoria

A:

Mis Dios por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón y por iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mis Padres, por darme la vida, creer en mí y porque siempre me apoyan. Gracias por me una carrera para mi futuro.

Al Ing. Carlos Abraham Pérez Méndez, por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis

Finalmente, a los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, y que me apoyaron y ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

Agradecimientos

A mi familia fuente de apoyo constante e incondicional en toda mi vida y más aún en mis duros años de carrera profesional y en especial quiero expresar mis más grandes agradecimientos a mi madre que sin su ayuda hubiera sido imposible culminar mi profesión.

Wilberth Centeno

Agradezco especialmente a mi familia ya que ellos siempre me apoyaron en todo mi transcurso de mis estudios profesional y agradezco grandemente a Dios por estar siempre a mi lado y cuidar siempre de mí.

Jerson Moreno

Resumen del Tema

El presente documento determina una propuesta técnica, para crear una referencia de tierra, en una salida de un circuito de distribución en media tensión 7.6/13.2 kv, partiendo de un nodo de conexión sin neutro.

Esta propuesta técnica fue obtenida mediante un análisis fundamental de las ecuaciones que rigen los sistemas eléctricos trifásicos, en conexiones ya sea estrella o delta, donde tanto la carga puede ser desbalanceada y la fuente de generación balanceada, pero sin referencia de neutro aterrizado.

Como se determina a partir del análisis y modelamiento de la fuente de generación y la carga, cuando no existe una referencia de neutro aterrizado, los voltaje de suministro a la carga se comportan de forma asimétrica y sus magnitudes son totalmente diferentes y no pueden en ningún caso servir de fuente de suministro para las carga monofásica de iluminación principalmente.

Este estudio presenta una propuesta implementada para una carga de un sistema de distribución en media tensión que alimenta a un gran consumidor, donde existen tanto cargas trifásicas como monofásicas conectadas a dicha red, por lo tanto la carga conectada en cada fase presente un nivel de desbalance que no excede los límites permitidos, según las normativas vigentes.

Contenido

Introducción	1
Antecedentes	3
Justificación	4
Objetivos	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos.....	5
IMPORTANCIA DE LA LINEA NEUTRO	6
AUSENCIA DE LA LINEA NEUTRO	7
NORMA NACIONAL PARA REDES DE DISTRIBUCION EN MEDIA TENSION Y	8
EXIGENCIA DEL CONDUCTOR NEUTRO	8
El sistema de carga del Gran Consumidor a Resolver	9
1.1 Las Características Técnicas de la carga del Gran Consumidor.....	10
1.2 Cálculo Eléctricos de la carga del Gran Consumidor.....	12
1.3 SELECCIÓN TECNICA DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR.....	13
El punto de conexión del Gran Consumidor sin Referencia de Neutro aterrizado	29
2.1 Un sistema Trifásico de Conexión a la carga Sin Neutro.....	31
Análisis de un sistema trifásico a tres conductores sin neutro	33
3.1 El Sistema trifásico de tres conductores sin neutro.....	34
3.2 Importancia de la línea de Neutro en una red de Distribución.....	35
Cálculo y Análisis de las corrientes incidentes por fase para la carga del Gran Consumidor	39
4.1 El Cálculo de las corrientes por fase para la carga del gran Consumidor propuesto.....	40
La solución propuesta para crear la referencia a neutro aterrizado	45
5.1 La situación a resolver sin referencia de neutro	47
Conclusiones	50
Recomendaciones	52
Bibliográfica	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de distribución multi-aterrizado.....	1
Figura 2 Sistema fasorial de Voltajes.....	2
Figura 3 Esquemas de falta de neutro.....	7
Figura 4 Ubicación de Cargas del Gran Consumidor	18
Figura 5 Perfil de Voltaje.....	21
Figura 6 Perfil de voltaje con regulador	25
Figura 7 Esquema Unifilar de Punto de conexión al Gran Consumidor	31
Figura 8 Sistema Trifásico Desbalanceado.....	37
Figura 9 Diagrama Fasorial de un sistema desbalanceado.....	38
Figura 10 Esquema de Conexión Fuente-Carga.....	40
Figura 11 Configuración de los conductores.....	41
Figura 12 Esquema con Banco de Reguladores.....	47

.INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Carga del Gran Consumidor	10
Tabla 2 Ampacidad de Conductor ACSR	14
Tabla 3 Potencia Máxima a transportar	15
Tabla 4 Impedancias por calibre de conductor.....	17
Tabla 5 Caídas de Voltaje primer tramo.....	19
Tabla 6 Caída de tensión segundo tramo	20
Tabla 7 Caída de tensión tercer tramo	20
Tabla 8 Caída de tensión Complejo habitacional.....	22
Tabla 9 Caída de tensión Villa Alba	22
Tabla 10 Caída de tensión Complejo de Combustibles	23
Tabla 11 Caída de tensión el Polígono.....	24
Tabla 12 Caída de tensión Villa Alba	24
Tabla 13 Caída de Tensión estación de válvulas	24
Tabla 14 Tabla de Selección banco de reguladores	27

Introducción

Los sistemas de distribución de energía son sistemas multi-aterrizado, Todos sistemas de distribución en media y baja tensión, son basados en Neutro-tierra, con referencia a tierra. Como lo ilustra la siguiente figura # 1.

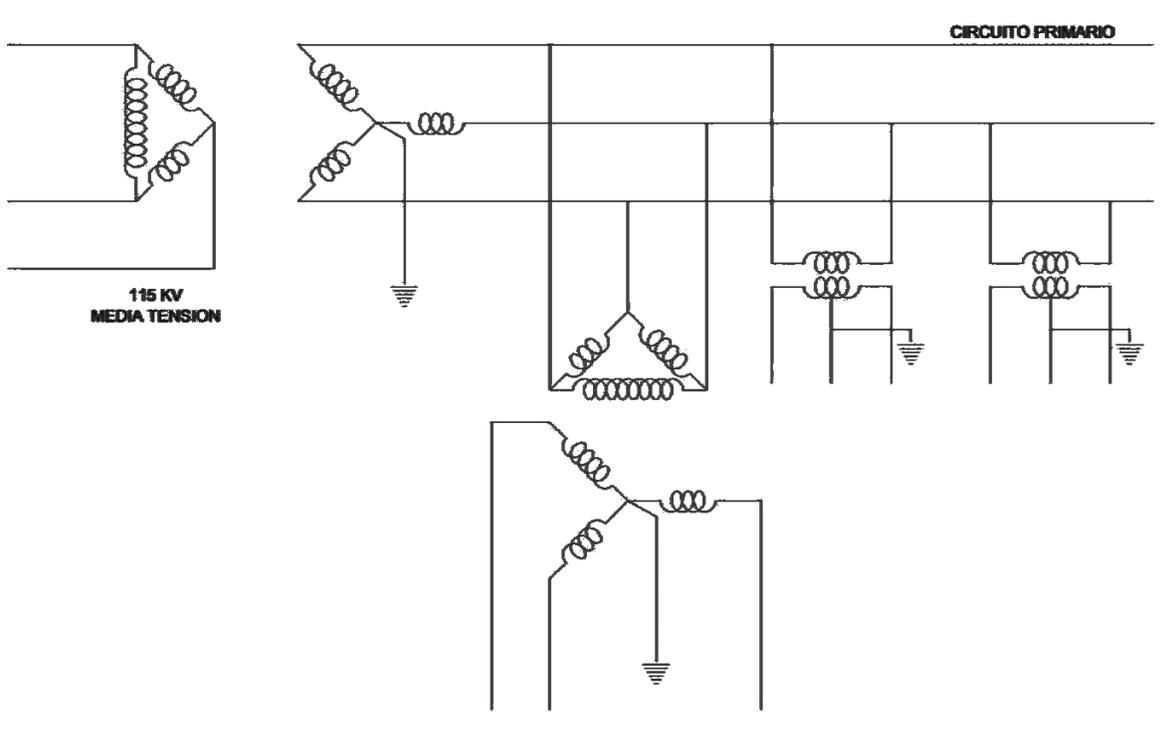


Figura 1 Sistema de distribución multi-aterrizado

Ya que estos circuitos están conectados en estrella y es necesario la referencia de neutro por su configuración de conexión, debido a las cargas desbalanceadas.

Nuestras redes de distribución nacional, tienen cargas en cada fase con bancos de transformadores monofásicos, a lo largo del trayecto, esto crea una carga totalmente desbalanceadas.

La carga predominante es un sistema desbalanceado, se debe a la conexión de cargas monofásicas.

Se entiende que una carga es desbalanceada cuando las impedancias de cada fase no son iguales ni en magnitud ni en ángulo de fase, situación que encontramos en la distribución de energía eléctrica en Media Tensión (MT) y Baja Tensión (BT). En este caso, las intensidades absorbidas por la carga serán desbalanceadas, con lo cual no tienen por qué ser iguales en valor eficaz ni estar desfasadas 120° .

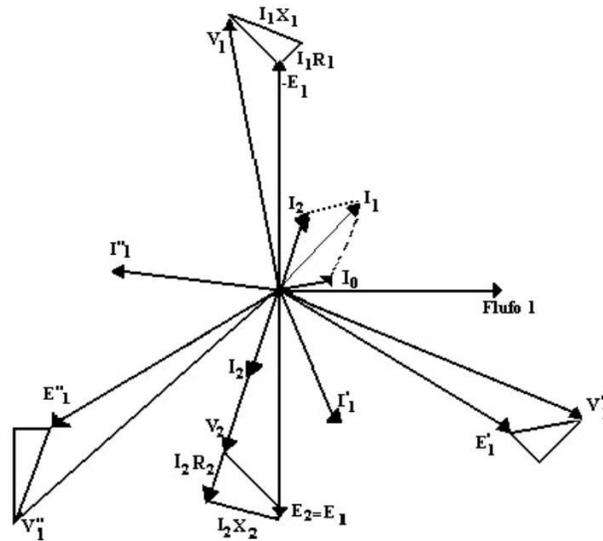


Figura 2 Sistema fasorial de Voltajes

Al tener un sistema de conexión referenciado a neutro y tierra se debe tener en cuenta que la mayoría de las cargas conectadas son monofásicas y su conexión se basa en fase y neutro, al quedar sin referencia del Neutro existiría una variación de voltaje.

Esta variación de voltaje, referenciado a la línea de neutro, puede provocar un riesgo para las personas y daños en los equipos conectados.

Por lo tanto se requiere crear una referencia de neutro para lograr tener en la red de distribución un punto de referencia, con relación al voltaje de fase-neutro en media tensión y utilizarlo para bancos de transformación monofásico.

Antecedentes

A nivel teórico de la bibliografía técnica de ingeniería eléctrica se presentan al menos cinco posibles soluciones de forma práctica para crear una referencia de tierra:

1. Neutro conectado a red tierra salida de la fuente de generación.
2. Neutro conectado a red tierra en un punto de una subestación.
3. Transformador zig- zag para aislamiento y neutro red MT.
4. Transformador de aterrizaje en salida de un circuito, con un banco de transformadores en vacío (sin carga), conectado en delta-Estrella, para crear así la referencia de Neutro.

Todas estas propuestas son de forma generalizada, en nuestro caso particular estudiaremos y analizaremos el caso de una carga de un cliente gran consumidor trifásico con carga también monofásica, conectado a una red de distribución en media tensión 7.6/13.2 kV, con una demanda 4.0 MW, alimentado desde una subestación de generación trifásica en media tensión, cuya salida del transformador de potencia en 7.6/13.2 kV se encuentra conectado en delta, no aterrizado y sin neutro, por lo tanto se requiere crear la referencia de neutro aterrizado para alimentar a la carga.

Justificación

Desarrollar un estudio de referencia para futuros proyectos a ejecutarse con una situación idéntica o similar a la problemática planteada en nuestra tesis ya que en Nicaragua los circuitos de distribución en MT son multi-aterizado y el Neutro es de suma importancia para la referencias de las cargas.

Esta investigación tiene como objetivo plantear una solución práctica a la falta de referencia de la línea de Neutro para alimentar clientes de primera categorías y principalmente cuando las cargas se conectan también a un complejo habitacional.

La mayor problemática es **¿cómo obtener el Neutro, en un sistema que no cuenta con este?**

Por tal motivo nuestro estudio, tiene como objetivo buscar una solución práctica para la obtención del Neutro en el circuito de distribución y poder suministrar energía y potencia a la carga conectada, donde se conectan tanto carga trifásicas como monofásicas que requieren la referencia de neutro.

Objetivos

Objetivo General

- ❖ Realizar un análisis técnico de los diferentes comportamientos que provoca la falta de Neutro en un circuito de distribución en Media Tensión y proponer una solución que garantice la funcionalidad y confiabilidad en un circuito de distribución con una referencia a la línea de neutro-aterizado.

Objetivos Específicos

- Realizar estudios para encontrar la forma práctica de crear una referencia Neutro-tierra, para usarse con circuito de distribución en MT conectado en Delta.
- Realizar una simulación grafica de perfil de voltaje en la barra de distribución de MT y su comportamiento reflejado en la carga
- Identificar, analizar y evaluar las opciones técnicas de creación de referencia Neutro a fin de garantizar la calidad del suministro de la energía eléctrica al proyecto, garantizando su continuidad y confiabilidad que se entregara al circuito.

Marco Teórico

La falta de referencia de neutro y tierra en una red de distribución en media tensión afecta la calidad del suministro de energía eléctrica en todos los circuitos de Nicaragua,

Por tal motivo es necesaria la referencia a la línea de Neutro.

Un sistema trifásico desbalanceado, que es el caso común de todas nuestras redes eléctricas de distribución en Nicaragua, no puede prescindir o eliminar la línea de neutro, ya que la suma de las corrientes de las tres fases es diferente de cero.

En esta primera etapa, se contempla estudio sobre la importancia de la instalación del neutro a lo largo de una la línea de distribución en Media Tensión, con niveles de voltaje 7.6/13.8 KV, las justificaciones fundamentales de la existencia del neutro son:

- a) Está reglamentado el uso del neutro en nuestra red de distribución en las normas eléctricas nacionales para todas las redes de distribución tanto en 13.8 KV como en 24.9 KV.
- b) La alimentación de las cargas en estos circuitos de distribución, es predominantemente monofásica, y para establecer la calidad y estabilidad es importante el uso del neutro.
- c) Principalmente las cargas a conectarse, en un circuito de distribución, lo constituyen: bombas de agua, las cuales pueden ser Monofásicas, y las cargas específicas residenciales, que comúnmente se localizan en el punto final de la red.

IMPORTANCIA DE LA LINEA NEUTRO

La línea de neutro en redes de distribución se conecta a tierra por razones de seguridad, si el conductor de neutro no estuviera aterrizado el voltaje relativo hacia tierra sufriría continuos cambios como resultado de las condiciones del sistema.

También podemos re-afirma la importancia de la línea de neutro, basándonos en el siguiente artículo técnico publicado por la ABB: ¹

“Las consecuencias del fallo de una de las cargas en una instalación serie dependerán del tipo de carga que se trate. En cualquier caso, la corriente que circulara por el conductor de Neutro se podrá calcular según la Ley de Kirchoff, como la suma de corrientes por todas las fases.

En un sistema trifásico balanceado una falla trifásica no tiene consecuencias, debido a que la corriente por las tres fases, I_{L1} , I_{L2} y I_{L3} , son iguales en valor absoluto, pero desfasadas 120° eléctricos. La corriente, que por lo tanto, circula por el conductor de neutro es nula en todo momento.”

AUSENCIA DE LA LINEA NEUTRO

La ausencia de la línea neutro en nuestros sistemas, que es multiterrizado por el neutro, impide que la corriente de compensación circule y sea derivada a tierra por el punto central de la estrella.

Esto puede ocurrir cuando tenemos un reparto desigual de cargas monofásicas en una red trifásica veamos esquema eléctrico siguiente:

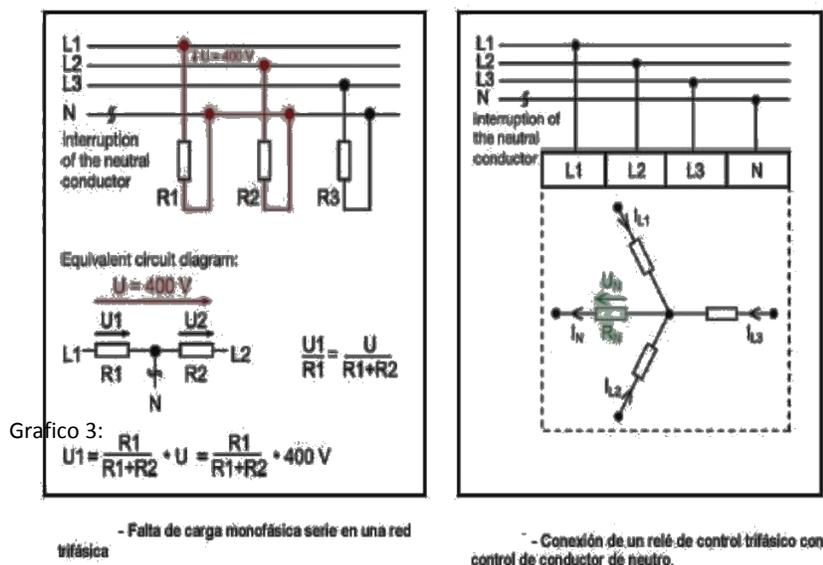


Figura 3 Esquemas de falta de neutro

¹ ABB, https://library.e.abb.com/public/92191f1827df998bc125719b00379787/ART_TEC_RELES_ELECTRONICOS.pdf

La tensión de fase en la línea con más baja resistencia Óhmica bajará y sin embargo subirá en aquellas en las que la carga sea más alta.

Así es como aparecen u ocurren las Sobretensiones que puede dañar e incluso destruir las cargas conectadas. Mientras tanto, en las otras ramas del circuito eléctrico se produce una Sub-tensión que, dependiendo del tipo de carga que tengamos conectada, tendrá diferentes consecuencias.

NORMA NACIONAL PARA REDES DE DISTRIBUCION EN MEDIA TENSION Y EXIGENCIA DEL CONDUCTOR NEUTRO.

De acuerdo a las normas de construcción nacional, de ENEL 1998 aprobadas, el capítulo No.9.3 especifica construcción de líneas trifásicas a cuatro hilos (tres fases y neutro) y en sus montaje de estructuras trifásicas se detalla la instalación del neutro.

NORMA PROYECTO TIPO PARA REDES DE DISTRIBUCION EN MEDIA TENSION Y EXIGENCIA DEL CONDUCTOR NEUTRO.

De manera general el proyecto tipo DISNORTE/DISSUR, no refiere de forma explícita en su memoria de diseño de redes eléctricas el uso el neutro, sin embargo en sus planos constructivos de estructuras: monofásicas, bifásicas y trifásicas, se detalla el uso del neutro.

El sistema de carga del Gran Consumidor a Resolver

1.1 Las Características Técnicas de la carga del Gran Consumidor.

Como premisa fundamental de este estudio, para la creación de una referencia de tierra de neutro, en la salida de un circuito de distribución en media tensión 7.6/13.2 kV, estableceremos primero la demanda de carga conectada, su punto de conexión y una propuesta de trayectoria cartográfica.

El gran consumidor bajo estudio, se determina como el abastecimiento de un complejo industrial de tanques de almacenamiento de combustibles, más una carga de un complejo habitacional para su trabajadores y el abastecimiento a los pozos de agua potable para su consumo.

De acuerdo a los datos generales, de la cargas estimada a instalarse en un alimentador de distribución primario trifásico en media tensión, 7.6/13.2 kV este tendrá las siguientes demandas máximas:

DESCRIPCION	MW
CARGA DEL COMPLEJO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y ESTACION DE VALVULAS	2.0
CARGA DEL COMPLEJO HABITACIONAL Y OFICINAS	1.103
CARGA DE POZOS DE AGUA POTABLE	0.012
CARGA DE ILUMINACION PUBLICA DE VIAS DE ACCESO	0.005
TOTAL (MW)	3.12

Tabla 1 Carga del Gran Consumidor

Como propuesta de su trayectoria cartográfica, propondremos una trayectoria rural ubicada en el municipio de Nagarote, bajo la trayectoria mostrada en el siguiente mapa:



Como se muestra en la ruta de conexión que inicia en Subestación Victorias del Alba (Ché Guevara IX) hasta el punto indicado como el Polígono, que se establece como el sitio para los tanques de almacenamiento y que se muestra también el complejo habitacional propuesto como Villa Alba.

La longitud total del circuito, según trayectoria es de 8.1 kilómetros de red primaria de media tensión.

1.2 Cálculo Eléctricos de la carga del Gran Consumidor.

Bajo la consideración de un factor de 0,85 en atraso y tomando en cuenta la carga a instalarse expresada en tabla No.1, para el Gran Consumidor propuesto, calculamos su una potencia aparente de diseño de bajo la fórmula:

$$S(MVA) = \frac{P(MW)}{fp} \quad \text{Ec. (1)}$$

Dónde:

S: Potencia Aparente en Volt-Amperios.

P: Potencia Activa en Watts.

fp: Factor de potencia.

$$S(MVA) = \frac{P(MW)}{fp} = \frac{3.120 MW}{0.85} = 3.67 MVA$$

Nota: Hemos establecido el factor de potencia de 0.85, basados en el artículo TRF 6.1.4 de la Normativa de Tarifas Eléctricas, que establece:

Factor de potencia. Las tarifas establecidas en los Pliegos Tarifarios rigen para el factor de potencia inductivo (Coseno fi) igual a 0,85.

1.3 SELECCIÓN TÉCNICA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR.

Los conductores usados en las redes de distribución de media tensión son del tipo ACSR, conductor desnudo, y en los circuitos troncales o principales están del rango del calibre 4/0 AWG hasta 477 MCM, entonces la selección de la sección transversal del conductor se rige bajo los siguientes criterios:

- a) Límite de tensión aplicada.
- b) Capacidad de conducción de corriente.
- c) Potencia máxima a transportar.
- d) Máxima caída de tensión permisible.
- e) Pérdidas técnicas de transporte de energía.
- f) Selección económica del calibre del conductor

De acuerdo a las normas de construcción nacional para las redes eléctricas de distribución (Manual ENEL 1998 de Especificaciones Técnicas de Materiales) los conductores eléctricos utilizados deben cumplir con las siguientes normas:

- ASTM B230 Cables de aluminio 1350-H19 para propósitos eléctricos.
- ASTM B398 Cables de aleación de aluminio 6201-T81 para propósitos eléctricos.

.Límite de tensión aplicada.

En este caso la aplicación en las instalaciones de Media Tensión (MT) tipo aéreo su valor es mayor a 1000 V (≥ 1000 V), en este caso, las redes MT existentes en nuestro país Nicaragua, tienen los niveles de voltaje de 13,800 Voltios para redes de distribución urbanas y de 24,900 V, para redes distribución rural, siendo este el valor límite actualmente normado para estas redes de distribución.

De acuerdo a la norma ENEL-98 con las especificaciones ASTM B-232, ASTM B-498, ANSI/UL44 y la ISO-9001, los cables de aluminio desnudos reforzado con alma de acero galvanizado clase "A", ACSR, cumplen con estas condiciones técnicas para voltajes hasta 35,000 V para los calibres 4/0 AWG, 266.8 MCM, 336.4 MCM y 477 MCM.

a) Capacidad de conducción de corriente. Conductor desnudo ACSR

La capacidad de conducción o ampacidad, que pueden pasar por los conductores, se puede apreciar en la Tabla No. 2:

Código	Calibre (AWG/MCM)	Ampacidad (A)
Penguin	4/0	357
Partridge	266.8	475
Merling	336.4	519
Pelican	477	646

Tabla 2 Ampacidad de Conductor ACSR

La ampacidad, indica la máxima corriente que puede conducir un conductor dado su calibre. Esta capacidad es afectada principalmente por los siguientes factores:

- Temperatura.
- Capacidad de disipación del calor producido por las pérdidas en función del medio en el que se encuentre el conductor.

Ambos factores pueden ser despreciables porque el conductor estará directamente al medio ambiente y es desnudo, es decir, tiene una ventilación permanente.

b) Potencia máxima a transportar.

La potencia máxima que puede transportar la línea vendrá limitada por la intensidad máxima admisible del conductor, y por la caída de tensión máxima que se fija en Normativas del Ente Regulador.

La máxima potencia de transporte de una línea trifásica, limitada por la intensidad máxima admisible, se determinará mediante la siguiente expresión:

$$P_{\max} = \frac{(m \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \cos\phi_m)}{1000} \quad \text{Ec. (2)}$$

Siendo:

P_{\max} : Potencia máxima que puede transportar la línea (MW).

m : N° de circuitos (1 ó 2).

U : Tensión nominal compuesta de la línea (KV).

I_{\max} : Intensidad máxima admisible del conductor (A).

$\cos\phi_m$: Factor de potencia medio de las cargas receptoras.

A fin de establecer la potencia máxima que se puede transportar para cada calibre de conductor ACSR de la tabla No.1, establecemos los valores de su capacidad máxima de corriente, el número de conductores por fase, que en este caso es un conductor por fase, el nivel de voltaje de línea del circuito que es 13.8 KV (este voltaje es su voltaje nominal) y el factor de potencia que es igual a 0.85 en atraso que se estableció previamente.

En la Tabla No.3 se observa la potencia máxima a transportar por los diferentes calibres de conductor del tipo ACSR.

Tabla No.3 Potencia Máxima a transportar con $\cos\phi = 0.85$ y $V = 13.8$ kV					
Calibre de conductor ACSR	Número de conductores por fase(m)	Voltaje de línea del Sistema (kV)	Corriente máxima admisible del conductor	Factor de potencia	Potencia Máxima a Transporta (MW)
					$P_{\max} = \frac{m \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \cos\phi}{1000}$
4/0	1	13.8	357	0.85	7.24
266.8	1	13.8	475	0.85	9.64
336.4	1	13.8	519	0.85	10.53
477.0	1	13.8	646	0.85	13.11

Tabla 3 Potencia Máxima a transportar

c) Máxima caída de tensión permisible.

Partiendo de las características eléctricas de los conductores de energía, como son su resistencia eléctrica (R) y su reactancia óhmica (X), es posible calcular la sección adecuada de calibre de conductor, para la conducción de corriente, cuando se limita la caída de tensión por transporte de energía a un determinado valor, mediante el cálculo de la impedancia óhmica a un determinado factor de potencia.

Dadas las características particulares de distribución será necesario tener en cuenta la caída de tensión que se produce en la línea, debido a las cargas que estén conectadas a lo largo de esta o en este caso que es puntual al final, como ocurre en las carga a conectarse para el Gran Consumidor como son el Compleja de Tanques de Almacenamiento de combustibles a ubicarse en el sitio indicado en el mapa como El Polígono Miramar, el complejo habitacional ubicado en Villa ALBA y los Pozos de abastecimiento de agua potable, Estación de Válvulas y Oficinas de Campo, las cuales son puntuales.

La aplicación de este método permite llegar a resultados aproximados muy útiles cuando se quieren analizar diferentes soluciones con distintas configuraciones de línea. Se supone que la carga está concentrada en el punto final de la línea.

Podemos expresar la caída de tensión en una línea trifásica como:

$$\Delta U = \frac{P \cdot Z \cdot L}{1000 \cdot U \cdot \cos\phi} = \frac{P \cdot (R \cdot \cos\phi + X \cdot \text{sen}\phi) \cdot L}{1000 \cdot U \cdot \cos\phi} (KV) \quad \text{Ec. (3)}$$

Siendo:

ΔU : Caída de tensión compuesta (KV).

Z: Impedancia por fase y por kilómetro de línea (Ω/km).

L: Longitud del tramo de línea (km).

P: Potencia consumida la final de la línea (KW).

U: Tensión en el punto receptor de la línea (KV).

φ : Ángulo de fase ($^{\circ}$).

R: Resistencia de la línea por fase y por kilómetro (Ω/km).

X: Reactancia de la línea por fase y por kilómetro (Ω/km).

En la Tabla No. 4 se puede observar las diferentes Impedancias según el calibre.

Codigo	Calibre (AWG/MCM)	Resistencia a 75 ^o C, Ω/km	Reactancia a 60 Hz, Ω/km	Impedancia Ω/km
Penguin	4/0	0.2760	0.3440	0.4410
Partridge	266.8	0.2130	0.3440	0.4046
Merling	336.4	0.1680	0.3440	0.3828
Pelican	477.0	0.1184	0.3440	0.3638

Tabla 4 Impedancias por calibre de conductor

Se determinará la caída de tensión de la línea comparando cada calibre con la demanda máxima proyectada de 3.120 MW. Considerando los siguientes escenarios:

- Determinación del Voltaje de entrega sin la instalación de regulador de voltaje.
- Determinación del voltaje de entrega con la instalación de un regulador de voltaje.

Para ambos escenarios utilizaremos el diagrama unifilar mostrado a continuación:

Diagrama esquemático de ubicación de cargas:

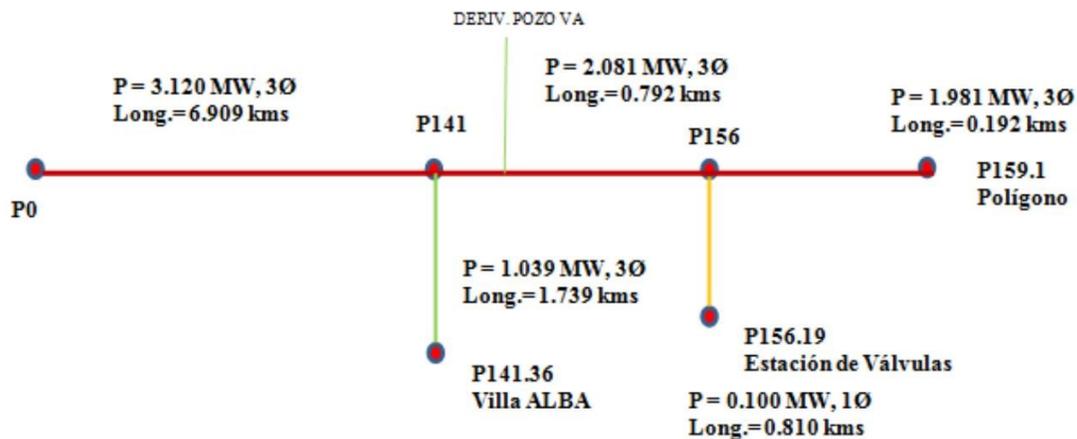


Figura 4 Ubicación de Cargas del Gran Consumidor

Haciendo un análisis técnico para determinar el nivel de voltaje de entrega en los puntos estratégicos del circuito unifilar, que corresponden a los puntos trifásicos: P141, P156, P159.1 y en la derivaciones: P141.36, P156.19, se ha modelado cada uno de estos puntos del circuito primario tomando en consideración los diferentes calibres de conductores: Penguin 4/0 ACSR, Partridge 266.8 MCM ACSR, Merling 336.4 MCM ACSR y Pelican 477 MCM ACSR. Para cada uno de estos calibres de conductores se ha modelado la red unifilar por cada tramo de red y se determinó la caída de voltaje hasta el punto de suministro:

a) Escenario de cálculo sin Regulador de Voltaje:

- Primer tramo de red troncal, con longitud de 6.909 kilómetros:

Este primer tramo desde el punto de inicio P0 hasta el punto P141 es un tramo de red troncal con longitud de 6.909 kms, por donde circulará toda la potencia que requiere el circuito, en este caso el valor de 3.12 MW.

Si aplicamos la fórmula Ec. (3) por cada calibre de conductor se obtienen los resultados indicados en la tabla No.4 con un factor de potencia de 0.85 en atraso y un voltaje de suministro en el punto P0 de 13.8 kV.

Tabla No. 5 Caídas de tensión primer tramo de red troncal del Polígono para diferentes calibres para el factor de potencia 0.85 y con demanda 3.120 MW, hasta inicio derivación Villa el Alba, puntos P0-P141

Codigo	Calibre (AWG/MCM)	Demanda (KW)	Tension Nominal (KV)	Corriente (A)	Longitud (KM)	Caída de tensión (KV)	% de Caída de tensión	Voltaje de recibo hasta el punto
Penguin	4/0	3120	13.8	153.75	6.909	0.8105	5.873	12.990
Partridge	266.8	3120	13.8	153.75	6.909	0.7435	5.388	13.056
Merling	336.4	3120	13.8	153.75	6.909	0.7035	5.098	13.096
Pelican	477	3120	13.8	153.75	6.909	0.6686	4.845	13.131

Tabla 5 Caídas de Voltaje primer tramo

Podemos observar que para cada calibre de conductor obtenemos un nivel de voltaje en el punto de entrega P141 donde inicia la derivación hacia el complejo habitacional Villa ALBA, con un porcentaje de caída de voltaje en este primer tramo troncal para el calibre 336.4 MCM de un 5.098% cuyo valor sobre pasa el valor límite establecido de un 5%.

A los 6.909 km la caída de tensión que proviene de la Planta Victoria del ALBA, a un calibre de conductor 336.4, cae a 13.096 KV, con un porcentaje de caída de voltaje con relación al voltaje nominal, excediendo el porcentaje de norma establecida.

Este nivel de voltaje de suministro en el punto P141 por cada calibre de conductor se utilizará con voltaje de alimentación para los siguientes tramos de red.

- Segundo tramo de red troncal, con longitud de 0.792 kilómetros:

Este segundo tramo desde el punto de inicio P141 hasta el punto P156 es un tramo de red troncal con longitud de 0.792 kms, por donde circulará una potencia trifásica de 2.081 MW que resulta de la diferencia entre la potencia del primer tramo de 3.120 MW menos la potencia que se suministrará a Villa El Alba de 1.039 MW.

Si aplicamos la fórmula Ec.(3) por cada calibre de conductor se obtienen los resultados indicados en la tabla No.6 con un factor de potencia de 0.85 en atraso y un voltaje de suministro en el punto P141, que corresponde a cada calibre de conductor que se calculó previamente en la tabla # 5(Voltaje de recibo hasta el punto).

Tabla No.6 Caídas de Voltaje tramo troncal al Polígono para diferentes calibres para el factor de potencia 0.85 con demanda 2.081 MW, puntos P141-P156

Codigo	Calibre (AWG/kCM)	Demanda (KW)	Tension Nominal (KV)	Corriente (A)	Longitud (KM)	Caida de tension (KV)	% de Caída de tension	Voltaje de recibo hasta el punto
Penguin	4/0	2081	12.990	102.55	0.792	0.0658	0.507	12.924
Partridge	266.8	2081	13.056	102.55	0.792	0.0601	0.460	12.996
Merling	336.4	2081	13.096	102.55	0.792	0.0567	0.433	13.040
Pelican	477	2081	13.131	102.55	0.792	0.0537	0.409	13.078

Tabla 6 Caída de tensión segundo tramo

Es evidente que al analizar el voltaje del punto de entrega en P156, asociado a un calibre de conductor 336.4 MCM se obtiene un voltaje de 13.040 kV con un acumulado neto porcentual hasta el punto de un 5.529%(5.096%+0.433%) de caída de voltaje con relación al voltaje nominal, por encima de valor límite establecido.

- Tercer tramo de red troncal, con longitud de 0.192 kilómetros:

Este tercer tramo desde el punto de inicio P156 hasta el punto P159.1 es un tramo de red troncal con longitud de 0.192 kms, por donde circulará una potencia trifásica de 1.981 MW que resulta de la diferencia entre la potencia del segundo tramo de 2.081 MW menos la potencia que se suministrará a la Estación de Válvulas de 0.100 MW.

Si aplicamos la fórmula Ec.(3) por cada calibre de conductor se obtienen los resultados indicados en la tabla No.7 con un factor de potencia de 0.85 en atraso y un voltaje de suministro en el punto P156, que corresponde a cada calibre de conductor que se calculó previamente en la tabla # 6(Voltaje de recibo hasta el punto).

Tabla No.7 Caídas de Voltaje tramo troncal al Polígono para diferentes calibres para el factor de potencia 0.85 con demanda 1.981 MW, puntos P156-P159.1

Codigo	Calibre (AWG/kCM)	Demanda (KW)	Tension Nominal (KV)	Corriente (A)	Longitud (KM)	Caida de tension (KV)	% de Caída de tension	Voltaje de recibo hasta el punto
Penguin	4/0	1981	12.924	97.62	0.192	0.0153	0.118	12.908
Partridge	266.8	1981	12.996	97.62	0.192	0.0139	0.107	12.982
Merling	336.4	1981	13.040	97.62	0.192	0.0131	0.101	13.027
Pelican	477	1981	13.078	97.62	0.192	0.0124	0.095	13.065

Tabla 7 Caída de tensión tercer tramo

Se determina que en voltaje de entrega en el punto de entrega en P159.1 del Polígono, asociado a un calibre de conductor 336.4 MCM será de 13.027 kV con un acumulado neto porcentual hasta el punto de un 5.660% (5.529%+0.131%) de

caída de voltaje con relación al voltaje nominal por encima de valor límite establecido. Este último valor de

voltaje de recibo en el Polígono, se analiza con lo establecido con relación a nuestro valor límite máximo establecido de un 5% máximo de caída de voltaje con relación al voltaje nominal, que indicaría que el voltaje mínimo aceptable en este punto sería de 13.11 kV (95% \times 13.8kV), sin embargo se obtiene por cálculo un valor de 13.027 kV debido a un porcentaje neto de caída de voltaje de un 5.660% fuera del límite máximo establecido.

La gráfica siguiente de muestra el perfil de voltaje para cada calibre de conducto, en cada punto de la red troncal:

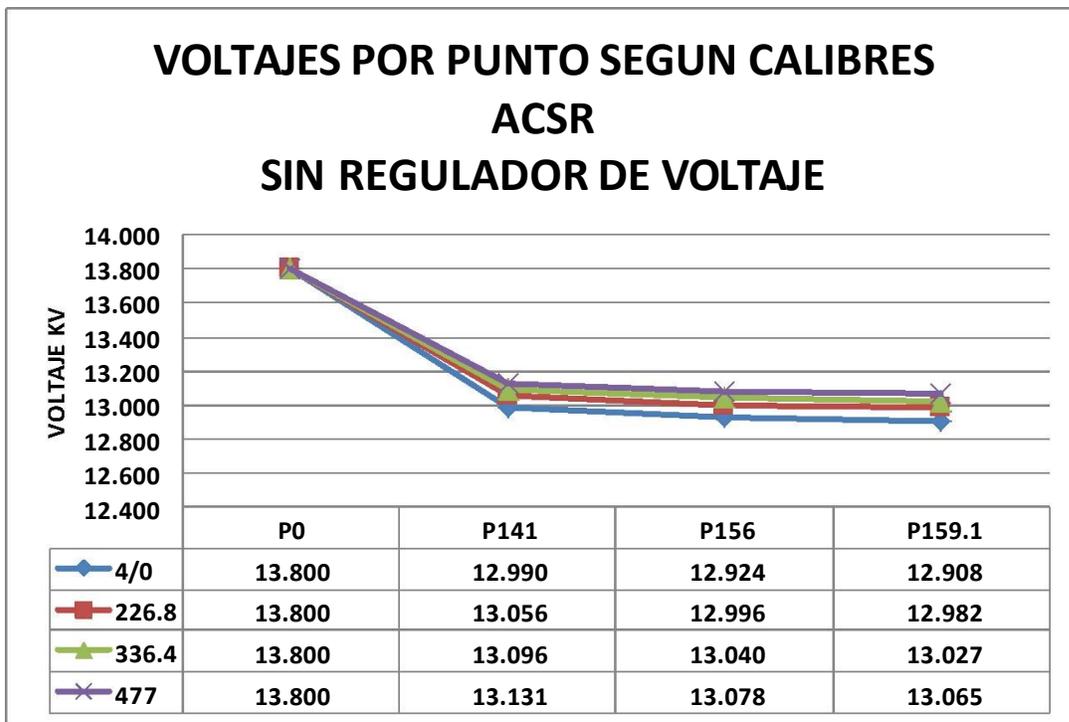


Figura 5 Perfil de Voltaje

Sin Regulador				
	P0	P141	P156	P159.1
	13,800	12,990	12,924	12,908
	----	-5.9%	-6.3%	-6.5%
	13,800	13,056	12,996	12,982
	----	-5.4%	-5.8%	-5.9%
	13,800	13,096	13,040	13,027
	----	-5.1%	-5.5%	-5.6%
	13,800	13,131	13,078	13,065
	----	-4.8%	-5.2%	-5.3%

De la Figura # 5, se determina que para calibres de conductores de diámetro inferior al 336.4 MCM, se presentan niveles de voltaje en los puntos de entrega, fuera de los límites de regulación permisibles, con caídas de voltajes superiores a un 5% con respecto al voltaje nominal de 13.8 kV

A continuación se determinan las caídas de voltaje en las derivaciones de:

- Villa ALBA.
- Estación de Válvulas

Villa ALBA:

Tabla No. 8 Caídas de tensión Derivación a Villa El Alba para diferentes calibres para el factor de potencia 0.85 con demanda 1.039 MW, puntos P141-P141.38

Codigo	Calibre (AWG/kCM)	Demanda (KW)	Tension Nominal (KV)	Corriente (A)	Longitud (KM)	Caida de tension (KV)	% de Caída de tension	Voltaje de recibo hasta el punto
<u>Penguin</u>	<u>4/0</u>	<u>1039</u>	<u>12.990</u>	<u>51.20</u>	<u>1.739</u>	<u>0.0722</u>	<u>0.556</u>	<u>12.917</u>
<u>Partridge</u>	<u>266.8</u>	<u>1039</u>	<u>13.056</u>	<u>51.20</u>	<u>1.739</u>	<u>0.0659</u>	<u>0.505</u>	<u>12.991</u>
<u>Merling</u>	<u>336.4</u>	<u>1039</u>	<u>13.096</u>	<u>51.20</u>	<u>1.739</u>	<u>0.0621</u>	<u>0.474</u>	<u>13.034</u>
<u>Pelican</u>	<u>477</u>	<u>1039</u>	<u>13.131</u>	<u>51.20</u>	<u>1.739</u>	<u>0.0589</u>	<u>0.448</u>	<u>13.073</u>

Tabla 8 Caída de tensión Complejo habitacional

El voltaje de recibo en complejo habitacional de Villa ALBA, que se construirá con calibre de conductor 4/0 ACSR tiene un valor de 12.917 kV, cuyo valor sobre pasa el valor límite mínimo establecido de 13.11 kV.

Estación de Válvulas:

Tabla No. 9 Caídas de Voltaje tramo Estación de Válvulas para diferentes calibres para el factor de potencia 0.85 con demanda 0.100 MW, puntos P156-P156.19

Codigo	Calibre (AWG/kCM)	Demanda (KW)	Tension Nominal (KV)	Corriente (A)	Longitud (KM)	Caida de tension (KV)	% de Caída de tension	Voltaje de recibo hasta el punto
<u>Penguin</u>	<u>4/0</u>	<u>100</u>	<u>12.924</u>	<u>4.9278</u>	<u>0.810</u>	<u>0.0033</u>	<u>0.025</u>	<u>12.920</u>
<u>Partridge</u>	<u>266.8</u>	<u>100</u>	<u>12.996</u>	<u>4.9278</u>	<u>0.810</u>	<u>0.0030</u>	<u>0.023</u>	<u>12.993</u>
<u>Merling</u>	<u>336.4</u>	<u>100</u>	<u>13.040</u>	<u>4.9278</u>	<u>0.810</u>	<u>0.0028</u>	<u>0.021</u>	<u>13.037</u>
<u>Pelican</u>	<u>477</u>	<u>100</u>	<u>13.078</u>	<u>4.9278</u>	<u>0.810</u>	<u>0.0027</u>	<u>0.020</u>	<u>13.075</u>

Tabla 9 Caída de tensión Villa Alba

El voltaje de recibo en la Estación de Válvulas, que se construirá con calibre de conductor 4/0 ACSR, tiene un valor de 12.920 kV. Este valor tiene sobrepasa el valor límite mínimo establecido de 13.11 kV.

Una alternativa propuesta para lograr mejorar los niveles de voltaje en los diferentes puntos del circuito exclusivo, sería mediante la instalación de un banco trifásico de reguladores de voltaje principal, en un punto estratégico del circuito (propuesta de puntos P139-P139.1), que asumirá toda la carga del circuito exclusivo de 3.120 MW, por tal razón, proponemos el siguiente escenario se análisis, que contempla esta propuesta.

b) Escenario de cálculo con Regulador de Voltaje:

Si analizamos el gráfico #5 de perfil de voltaje por punto, determinamos que en el primer tramo de red troncal (puntos P0 a P141), es donde ocurre el máximo valor porcentual de caída de voltaje, por tanto incidiremos en esto y propondremos la instalación de un banco reguladores de voltaje trifásico compuesto por tres unidades monofásica, con capacidad de asumir una carga de 3.120 MW, a instalarse en los puntos P139-P139.1, esto permitirá por ejemplo subir el nivel de voltaje de 13.096 kV con calibre de conductor 336.4 MCM hasta 13.8 kV en este punto.

A partir de este punto, se determinan los voltajes en los tramos dos y tres de la red troncal y en las derivaciones de Villa ALBA y Estación de Válvulas.

- Segundo tramo de red troncal, con longitud de 0.791 kilómetros:

Tabla No. 10 Caídas de Voltaje tramo troncal al Polígono para diferentes calibres para el factor de potencia 0.85 con demanda 2.081 MW, puntos P141-P156

Codigo	Calibre (AWG/kCM)	Demanda (KW)	Tension Nominal (KV)	Corriente (A)	Longitud (KM)	Caída de tension (KV)	% de Caída de tension	Voltaje de recibo hasta el punto
<u>Penguin</u>	<u>4/0</u>	<u>2081</u>	<u>13.80</u>	<u>102.55</u>	<u>0.792</u>	<u>0.0620</u>	<u>0.449</u>	<u>13.738</u>
<u>Partridge</u>	<u>266.8</u>	<u>2081</u>	<u>13.80</u>	<u>102.55</u>	<u>0.792</u>	<u>0.0568</u>	<u>0.412</u>	<u>13.743</u>
<u>Merling</u>	<u>336.4</u>	<u>2081</u>	<u>13.80</u>	<u>102.55</u>	<u>0.792</u>	<u>0.0538</u>	<u>0.390</u>	<u>13.746</u>
<u>Pelican</u>	<u>477</u>	<u>2081</u>	<u>13.80</u>	<u>102.55</u>	<u>0.792</u>	<u>0.0511</u>	<u>0.370</u>	<u>13.749</u>

Tabla 10 Caída de tensión Complejo de Combustibles

Vemos como efectivamente para un conductor 336.4 MCM en el punto de entrega P156 el voltaje será de 13.746 kV, este nuevo valor si se encuentra dentro del límite de regulación de voltaje permisible (13.8 kV±5%).

- Tercer tramo de red troncal, con longitud de 0.192 kilómetros:

Tabla No. 11 Caídas de Voltaje tramo troncal al Polígono para diferentes calibres para el factor de potencia 0.85 con demanda 1.981 MW, puntos P156-P159.1

Codigo	Calibre (AWG/kCM)	Demanda (KW)	Tension Nominal (KV)	Corriente (A)	Longitud (KM)	Caida de tension (KV)	% de Caida de tension	Voltaje de recibo hasta el punto
<u>Penguin</u>	<u>4/0</u>	<u>1981</u>	<u>13.738</u>	<u>97.62</u>	<u>0.192</u>	<u>0.0144</u>	<u>0.10</u>	<u>13.724</u>
<u>Partridge</u>	<u>266.8</u>	<u>1981</u>	<u>13.743</u>	<u>97.62</u>	<u>0.192</u>	<u>0.0132</u>	<u>0.10</u>	<u>13.730</u>
<u>Merling</u>	<u>336.4</u>	<u>1981</u>	<u>13.746</u>	<u>97.62</u>	<u>0.192</u>	<u>0.0125</u>	<u>0.09</u>	<u>13.734</u>
<u>Pelican</u>	<u>477</u>	<u>1981</u>	<u>13.749</u>	<u>97.62</u>	<u>0.192</u>	<u>0.0118</u>	<u>0.09</u>	<u>13.737</u>

Tabla 11 Caída de tensión el Polígono

Y para el mismo conductor 336.4 MCM, en el punto de entrega P159.1 el voltaje será de 13.734 kV, un buen nivel de voltaje de entrega.

En el caso de las derivaciones de Villa ALBA y Estación de Válvulas, se detallan a continuación:

Villa ALBA

Tabla No. 12 Caídas de tension Derivación a Villa El Alba para diferentes calibres para el factor de potencia 0.85 con demanda 1.039 MW, puntos P141-P141.38

Codigo	Calibre (AWG/kCM)	Demanda (KW)	Tension Nominal (KV)	Corriente (A)	Longitud (KM)	Caida de tension (KV)	% de Caida de tension	Voltaje de recibo hasta el punto
<u>Penguin</u>	<u>4/0</u>	<u>1039</u>	<u>13.80</u>	<u>51.20</u>	<u>1.739</u>	<u>0.0679</u>	<u>0.492</u>	<u>13.732</u>
<u>Partridge</u>	<u>266.8</u>	<u>1039</u>	<u>13.80</u>	<u>51.20</u>	<u>1.739</u>	<u>0.0623</u>	<u>0.452</u>	<u>13.738</u>
<u>Merling</u>	<u>336.4</u>	<u>1039</u>	<u>13.80</u>	<u>51.20</u>	<u>1.739</u>	<u>0.0590</u>	<u>0.427</u>	<u>13.741</u>
<u>Pelican</u>	<u>477</u>	<u>1039</u>	<u>13.80</u>	<u>51.20</u>	<u>1.739</u>	<u>0.0560</u>	<u>0.406</u>	<u>13.744</u>

Tabla 12 Caída de tensión Villa Alba

Efectivamente, se mejora el voltaje, para un conductor 4/0 ACSR, en el punto de entrega de Villa ALBA, se tendrá un voltaje de suministro de 13.732 kV.

Estación de Válvulas

Tabla No. 13 Caídas de Voltaje tramo Estación de Válvulas para diferentes calibres para el factor de potencia 0.85 con demanda 0.100 MW, puntos P156-P156.19

Codigo	Calibre (AWG/kCM)	Demanda (KW)	Tension Nominal (KV)	Corriente (A)	Longitud (KM)	Caida de tension (KV)	% de Caida de tension	Voltaje de recibo hasta el punto
<u>Penguin</u>	<u>4/0</u>	<u>100</u>	<u>13.738</u>	<u>4.9278</u>	<u>0.810</u>	<u>0.0031</u>	<u>0.022</u>	<u>13.735</u>
<u>Partridge</u>	<u>266.8</u>	<u>100</u>	<u>13.743</u>	<u>4.9278</u>	<u>0.810</u>	<u>0.0028</u>	<u>0.020</u>	<u>13.740</u>
<u>Merling</u>	<u>336.4</u>	<u>100</u>	<u>13.746</u>	<u>4.9278</u>	<u>0.810</u>	<u>0.0027</u>	<u>0.019</u>	<u>13.744</u>
<u>Pelican</u>	<u>477</u>	<u>100</u>	<u>13.749</u>	<u>4.9278</u>	<u>0.810</u>	<u>0.0025</u>	<u>0.018</u>	<u>13.746</u>

Tabla 13 Caída de Tensión estación de válvulas

En la figura #6, de perfil de voltaje siguiente vemos como la instalación de un regulador de voltaje logra mejorar el nivel de voltaje.

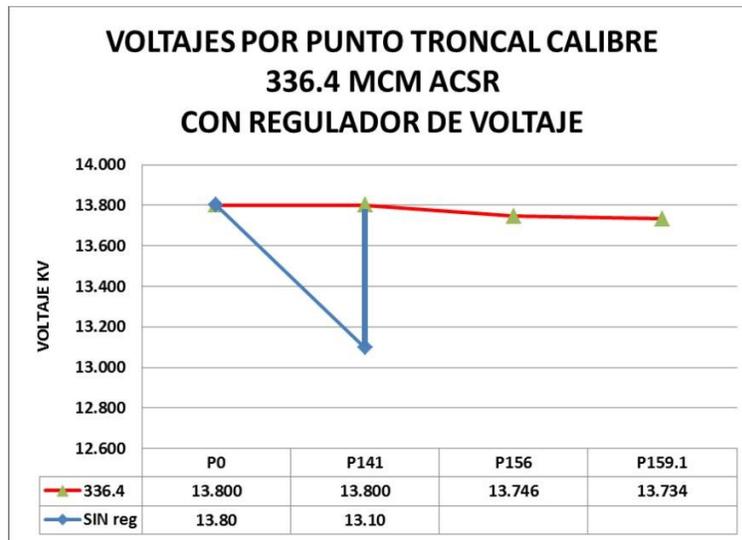
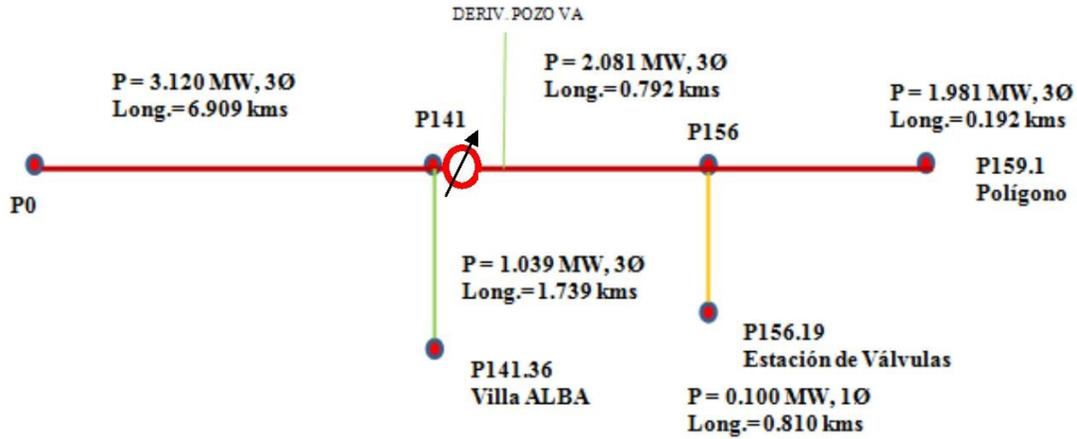


Figura 6 Perfil de voltaje con regulador

Con Regulador					
	P0	P141	P141	P156	P159.1
	13,800	13,096	13,800	13,746	13,734
	—	-5.1%	—	-0.4%	-0.5%

En esta figura #6, vemos en la curva en azul entre los puntos P0 y P141 que el voltaje sin un regulador caería hasta un valor de 13.10 kV, valor que se corrige al instalarse un regulador de voltaje en el punto P141 y elevar el nivel de voltaje hasta 13.8 kV, que permite mejorar el voltaje para los otros puntos de la red, que se aprecia en la curva de color rojo.

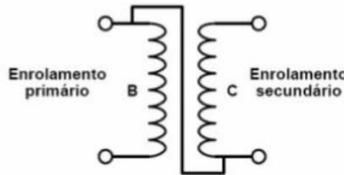
En conclusión se recomienda instalar un banco de reguladores de voltaje principal en un sitio próximo al punto P141, que manejará una carga de 3.12 MW, 136.6 Amperios, 13.8 kV y tendrá una capacidad de 114.3 kVA por fase (3 Unidades de



El Cálculo del regulador de voltaje:

El regulador de voltaje es prácticamente un autotransformador y se rige por sus ecuaciones de cálculo:

- Principio de funcionamiento
 - Autotransformador



La ecuación de cálculo de la potencia en kVA por cada unidad de transformación, está en función del porcentaje de regulación. Esta depende de la potencia de carga en kVA, que es función de la corriente y del voltaje en punto de conexión de carga. Para que un regulador de voltaje trabaje al máximo, se utiliza un porcentaje de regulación de este del 10%, siendo la ecuación de cálculo de capacidad en kVA:

$$S_{regulador}(kVA) = \frac{\%regulación * U_{3\Phi} carga}{3}$$

La capacidad en kVA de los reguladores de voltaje, está en función de su porcentaje de regulación. De acuerdo con la figura 2-5, la corriente de la carga circula por la del devanado serie, lo que significa que limita la magnitud de la demanda con que puede cargarse el regulador. [11]

La ecuación para la potencia en kVA de un RV monofásico es:

$$S_{1F-T} = (V_{NR} + V_R) \cdot I \cdot 10^{-3} \text{ kVA} \quad 28$$

Si se la divide en sus componentes, tenemos:

$$S_{1F-T} = V_{NR} \cdot I \cdot 10^{-3} + V_R \cdot I \cdot 10^{-3} \text{ kVA} \quad 29$$

La ecuación 2-9, está compuesta de dos términos, el primero es la potencia que depende de la corriente de la carga y del voltaje del nodo al que está conectado el RV (voltaje no regulado) y el segundo, depende de la misma corriente, pero también, del tap en el cual se encuentra el regulador. Para que el RV trabaje al máximo, se utiliza el porcentaje de regulación máximo (10%), dado esto se tiene las siguientes expresiones para calcular la capacidad de los reguladores de voltaje: [11]

$$S_{\Delta Y} = \frac{\%Reg}{100} \cdot \frac{S_{3F}}{3} \text{ (Para tres RV conectados en Y o } \Delta) \quad 210$$

$$S_{\Delta} = \frac{\%Reg}{100} \cdot \frac{S_{3F}}{\sqrt{3}} \text{ (Para dos RV conectados en } \Delta \text{ abierta)} \quad 211$$

$$S_{1F} = \frac{\%Reg}{100} \cdot S_{1F} \text{ (Para un RV)} \quad 212$$

Si el RV es trifásico, $S_{RV-3F} \leq S_{3F}$ es decir, su capacidad debe ser igual o menos que la de la carga trifásica.

Para determinar la posición del tap de un regulador de voltaje ubicado en un nodo "i", se utiliza la expresión: [11] [20]

$$t = \frac{V_o + VD_{max} \% \cdot V_o}{V_o} \quad 213$$

En la tabla #14, siguiente se indica una tabla de selección indicativa para reguladores de voltaje marca COOPER.

Rated Volts	Rated kVA	Load Current Ratings (Amperes) ¹				
		Regulation Range				
		±10%	±8 3/4%	±7 1/2%	±6 1/4%	±5%
7620	38.1	50	55	60	68	80
	57.2	75	83	90	101	120
	76.2	100	110	120	135	160
	114.3	150	165	180	203	240
	167 ²	219/232	241/255	263/278	296/313	350/370
	250 ²	328/347	361/382	394/417	443/469	525/556
	333 ²	438/464	482/510	526/557	591/625	668
	416.3 ²	548/580	603/638	658/668	668	668
	500 ²	656/668	668	668	668	668
	667 ²	875/926	875/926	875/926	875/926	875/926
	833 ²	1093/1157	1093/1157	1093/1157	1093/1157	1093/1157

Que podrá manejar 150 amperios, para un nivel de voltaje de línea de 13.8 kV.

Tabla 14 Tabla de Selección banco de reguladores

Si referenciamos a un voltaje nominal de salida en 13.8 kV en el punto de conexión de un circuito radial de distribución en media tensión, ver diagrama:



De acuerdo a la Normativa de Servicio Eléctrico, en sus artículo 8.1.2 , la regulación porcentual de voltaje permisible para media tensión es de +/-8% con respecto al voltaje nominal, es decir que en el punto de entrega a la carga, los voltajes mínimos y máximos aceptables deberían ser, con respecto a 13.8 kV.

$$V_{\text{mínimo}} = 0.92 * 13.8 \text{ kV} = 12.7 \text{ kV}$$

$$V_{\text{máximo}} = 1.08 * 13.8 \text{ kV} = 14.9 \text{ kV}$$

Si utilizamos la norma OLADE con un porcentaje de regulación de +/-5% con respecto al voltaje nominal, es decir que en el punto de entrega a la carga, los voltajes mínimos y máximos aceptables deberían ser, con respecto a 13.8 kV.

$$V_{\text{mínimo}} = 0.95 * 13.8 \text{ kV} = 13.11 \text{ kV}$$

$$V_{\text{máximo}} = 1.05 * 13.8 \text{ kV} = 14.49 \text{ kV}$$

Con un porcentaje de +/-5% con respecto al voltaje nominal, permitimos tanto que el voltaje mínimo y máximo suministrado a la carga tenga sólo un 5% de variación con respecto al voltaje nominal, lo cual beneficia a la carga.

Como resultado, en todo circuito radial de distribución debido a la longitud de la línea y capacidad de la carga instalada, el voltaje de suministro en el punto de conexión no será igual al voltaje de entrega en la carga, debido a la regulación de voltaje.

Es precisamente este cálculo de regulación de voltaje, que nos permite determinar cual será el voltaje de recibo de la carga y a partir de este valor realizar los cálculos eléctricos a lo interno de las instalaciones de la carga, pero nunca se debe suponer que el voltaje de la carga será igual al voltaje del punto de conexión en el circuito de distribución.

Una limitante que se tuvo que resolver durante el diseño de la línea de distribución para el suministro de la carga a este usuario, fue precisamente que se tomó como referencia de voltaje en el punto de conexión con la carga un voltaje de 13.8 kV y todos los equipos a conectar a partir de este punto de entrega fueron especificados a voltaje nominal de 13.8 kV, es por esto que debíamos resolver con mayor optimización la regulación de voltaje de la línea, utilizando un banco de reguladores de voltaje, con una regulación más exigente, en este caso de $\pm 5\%$ con respecto al voltaje nominal.

También de manera general comentamos que la carga contaba con dos transformadores de potencia trifásicos con voltaje nominal en 13.8 kV, para un cliente de primera categoría, y su regulación era en vacío, un error grave ya que debió escogerse regulación automática.

El punto de conexión del Gran Consumidor sin Referencia de Neutro aterrizado

2.1 Un sistema Trifásico de Conexión a la carga Sin Neutro.

Como hemos indicado en el capítulo 1, la trayectoria y punto de conexión para el Gran Consumidor se propone en la subestación Victorias del Alba (Ché Guevara IX), una subestación exclusiva sólo para generación de energía y potencia con conexión al Sistema Interconectado Nacional (SIN) en 230 kV.

Un esquema unifilar de esta subestación de generación, a tres fases, sin neutro me muestra a continuación:

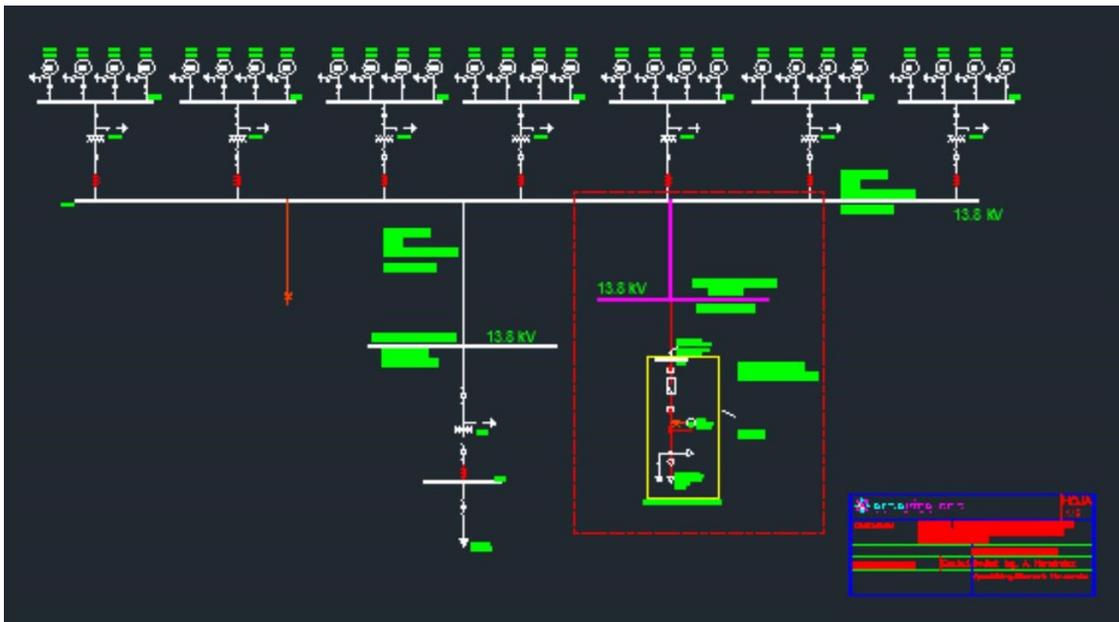
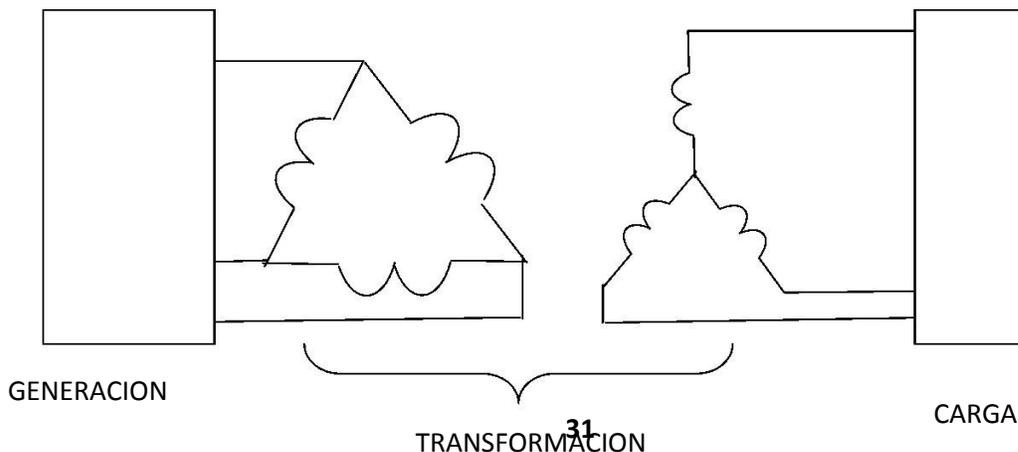


Figura 7 Esquema Unifilar de Punto de conexión al Gran Consumidor

Este sistema de conexión en media tensión proveniente de un sistema de Generación, a tres fases sin neutro, donde se propone conectar la carga del Gran Consumidor, proviene de una batería de siete transformadores elevadores, un esquema concentrado esquemático se muestra a continuación:



Este esquema de conexión a tres fases, sin neutro no permite conectar la carga monofásica, la cual requiere un punto de conexión a neutro, ya que los voltajes de fase de carga estarían desbalanceados y cuyas magnitudes exceden los voltajes que recibiría la carga, a como lo demuestra el siguiente análisis de un sistema trifásico sin neutro.

Análisis de un sistema trifásico a tres conductores sin neutro

3.1 El Sistema trifásico de tres conductores sin neutro

Para poder abordar el tema de la importancia de la línea de neutro en un sistema trifásico, empezaremos por el análisis de un sistema trifásico balanceado, en donde como ya sabemos la suma de las corrientes de las tres fases, siempre es igual a cero. Por tanto bajo esta condición de balance de carga y fuente, podemos decir que la línea de neutro no tiene importancia y se puede prescindir de ella, sólo bajo esta condición de balance.

En cambio bajo un sistema trifásico des-balanceado, que es el caso común de todas nuestras redes eléctricas de distribución en Nicaragua, no podemos prescindir o eliminar la línea de neutro, ya que la suma de las corrientes de las tres fases No será nunca igual a cero.

En esta primera etapa, se contempla estudio sobre la importancia de la instalación del neutro a lo largo de una la línea de distribución en Media Tensión (MT) en 13.8 KV, las justificaciones fundamentales de la existencia del neutro son:

- a) Está reglamentado el uso del neutro en nuestra red de distribución en las normas eléctricas nacionales para todas las redes de distribución tanto en 13.8 KV como en 24.9 KV.
- b) La carga propuesta para el Gran Consumidor bajo estudio, posee una carga monofásica representada por el complejo habitacional y el sistema de alumbrado público y para establecer la calidad y estabilidad es importante el uso del neutro.

3.2 Importancia de la línea de Neutro en una red de Distribución.

La línea de neutro en redes de distribución se conecta a tierra por razones de seguridad, si el conductor de neutro no estuviera aterrizado el voltaje relativo hacia tierra sufriría continuos cambios como resultado de las condiciones del sistema.

También podemos reafirma la importancia de la línea de neutro, basándonos en el siguiente artículo técnico publicado por la ABB:

“Las consecuencias del fallo de una de las cargas en una instalación serie dependerán del tipo de carga que se trate. En cualquier caso, la corriente que circulara por el conductor de Neutro se podrá calcular según la Ley de Kirchhoff, como la suma de corrientes por todas las fases.

En un sistema trifásico balanceado una falla trifásica no tiene consecuencias, debido a que la corriente por las tres fases, I_{L1} , I_{L2} y I_{L3} , son iguales en valor absoluto, pero desfasadas 120° eléctricos. La corriente, que por lo tanto, circula por el conductor de neutro es nula en todo momento.”

Para analizar mejor este caso, consideremos las magnitudes de tensiones de línea para un sistema trifásico balanceado, compuesto por los voltajes:

$$V_{RS} = V_L < 0^\circ$$

$$V_{ST} = V_L < 120^\circ$$

$$V_{TR} = V_L < -120^\circ$$

Por lo tanto las tensiones de fase serán iguales a:

$$V_R = V_f < 30^\circ$$

$$V_S = V_f < -90^\circ$$

$$V_T = V_f < 150^\circ$$

De manera general, los voltajes indicativos de línea V_L y de fase V_F , pueden ser asumidos por los voltaje de 13.8 kv y 7.6 kv.

Si las cargas trifásicas son balanceadas con impedancia $Z_R = Z_S = Z_T = Z$, las suma de las corrientes por el neutro, igual a:

$$I_N = I_R + I_S + I_T \quad (1)$$

Dónde:

$$I_R = V_R / Z = V_f \angle 30^\circ / Z \quad (2)$$

$$I_S = V_S / Z = V_f \angle -90^\circ / Z \quad (3)$$

$$I_T = V_T / Z = V_f \angle 150^\circ / Z \quad (4)$$

Sumando estas tres corrientes obtendremos la corriente circulante por el neutro para un sistema balanceado:

$$I_N = I_R + I_S + I_T,$$

$$I_N = \frac{V_f \angle 30^\circ + V_f \angle -90^\circ + V_f \angle 150^\circ}{Z} \quad (5)$$

$$I_N = \frac{V_f [0.866 + j0.5] + V_f [0 - j] + V_f [-0.866 + j0.5]}{Z} = 0$$

Que demuestra que en un sistema totalmente balanceado no circula corriente por el neutro.

Pero en el caso de un sistema desbalanceado **hay corriente circulante por el neutro**, y la única condición de poder hacer cero la corriente circulante por el neutro sería con un sistema de voltajes desequilibrados aplicados directamente a la carga, como analizamos en el siguiente esquema trifásico:

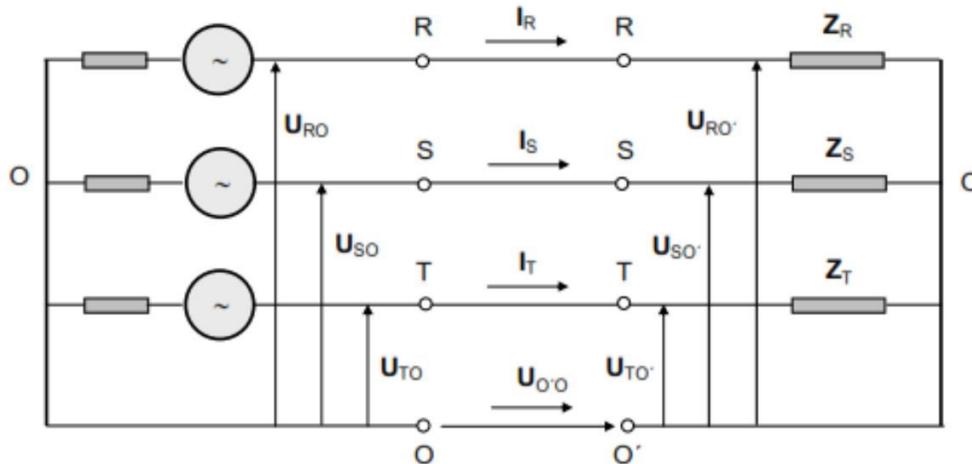


Figura 8 Sistema Trifásico Desbalanceado

Como vemos en el esquema de la Figura #8, no existe unión entre el centro en estrella de la alimentación de voltaje, el punto "O" y el centro de conexión de la carga, el punto "O'".

Bajo este esquema, que representa la falta de línea de neutro con carga desbalanceada, tendremos las siguientes ecuaciones:

$$I_N = I_R + I_S + I_T = 0 \quad (6)$$

Y de las ecuaciones de malla en sentido horario, tenemos:

$$\begin{aligned} -U_{RO} + U_{RO} + U_{O'O} &= 0 & ; & \quad U_{RO'} = U_{RO} - U_{O'O} \\ -U_{SO} + U_{SO} + U_{O'O} &= 0 & ; & \quad U_{SO'} = U_{SO} - U_{O'O} \\ -U_{TO} + U_{TO} + U_{O'O} &= 0 & ; & \quad U_{TO'} = U_{TO} - U_{O'O} \end{aligned}$$

Que se representa gráficamente con sus vectores fasoriales, como sigue:

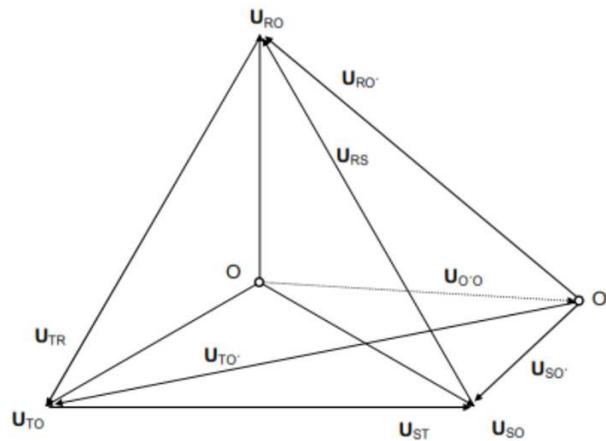


Figura 9 Diagrama Fasorial de un sistema desbalanceado

En este diagrama vectorial podemos apreciar las tres tensiones trifásicas de fuente: U_{RO} , U_{SO} y U_{TO} , como un sistema de vectores de voltaje balanceados y desfasados entre sí 120 grados eléctricos, pero en el caso de la carga, los vectores de tensiones: $U_{RO'}$, $U_{SO'}$ y $U_{TO'}$, representan un sistema de vectores desequilibrados en magnitud y ángulo, debido a la falta de neutro.

Por tanto no es aconsejable eliminar la línea de neutro en sistema trifásico desbalanceado.

Cálculo y Análisis de las corrientes incidentes por fase para la carga del Gran Consumidor

4.1 El Cálculo de las corrientes por fase para la carga del gran Consumidor propuesto.

Para determinar las corrientes que circularán en cada fase de la carga, para el gran consumidor bajo estudio, nos basaremos en el circuito trifásico mostrado en la figura # 10.

Debemos recordar que no existe una línea de conexión (línea de neutro) que interconecte el neutro de la fuente de suministro (N_g) con el neutro de la carga (N_c).

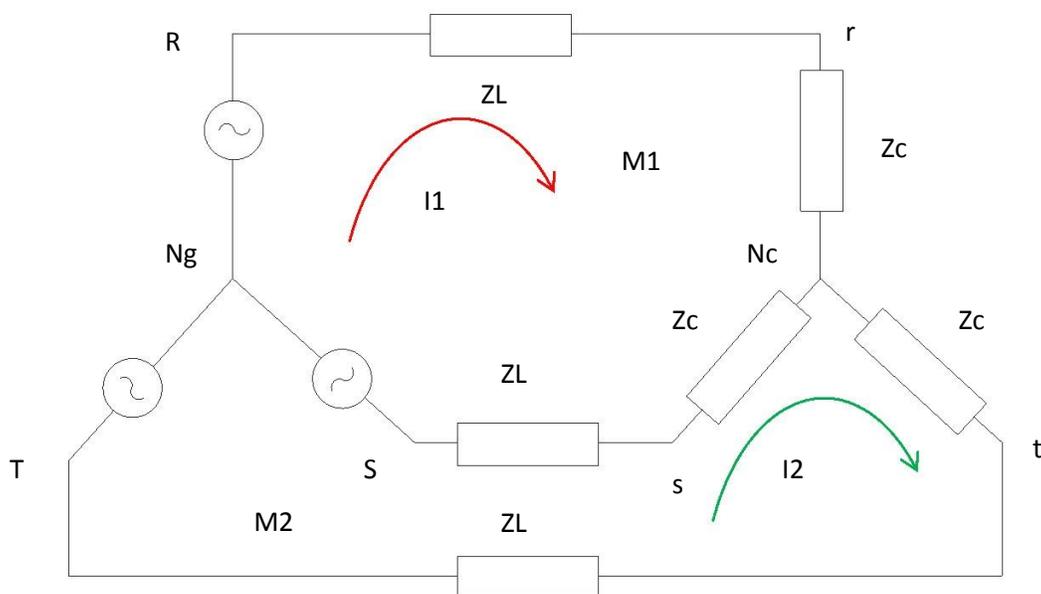
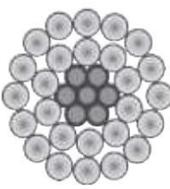


Figura 10 Esquema de Conexión Fuente-Carga

La impedancia de la línea en este caso particular la determinaremos a conductor 336.4 MCM, ACSR, cuyos datos fundamentales se muestran en la siguiente tabla.

Cables ACSR

Cableado Aluminio/Acero	Código	Calibre AWG/ kcmil	Diámetros (mm)					Peso Total Aprox (kg/km)			Carga de Rotura	Resistencia Eléctrica (Ohm/ km)		Capacidad de Corriente	
			Hilos Individuales		Núcleo	Total	RMG	Al	Acero	Total		kg-f	DC a 20°C(1)	AC a 75°C	(2)
			Acero	Al							A				kA
			ME: 8358 CDL: 19,0												
	Partridge	266,8	2,00	2,57	6,00	16,29	6,62	374,8	171,9	547	5120	0,209	0,255	458	20,3
	Ostrich	300	2,12	2,73	6,36	17,28	7,01	421,5	193,3	615	5757	0,185	0,226	493	22,8
	Linnet	336,4	2,25	2,89	6,74	18,30	7,43	472,6	216,7	689	6400	0,165	0,202	530	25,6
	Ibis	397,5	2,44	3,14	7,33	19,89	8,07	558,5	256,1	815	7386	0,140	0,171	589	30,2
	Hawk	477	2,67	3,44	8,02	21,79	8,85	670,1	307,3	977	8863	0,117	0,142	661	36,3
	Dove	556,5	2,89	3,72	8,67	23,53	9,55	781,8	358,5	1140	10248	0,100	0,122	728	42,3
	Squab	605	3,01	3,87	9,04	24,54	9,96	850,0	389,7	1240	11041	0,0919	0,112	767	46,0
	Grosbeack	636	3,09	3,97	9,27	25,16	10,21	893,5	409,7	1303	11429	0,0875	0,107	792	48,4
	Gannet	666,6	3,16	4,07	9,49	25,75	10,46	936,5	429,4	1366	11979	0,0835	0,102	816	50,7
	Starling	715,5	3,28	4,21	9,83	26,68	10,83	1005,2	460,9	1466	12858	0,0777	0,0949	853	54,4
	Drake	795	3,45	4,44	10,36	28,13	11,42	1116,9	512,1	1629	14287	0,0700	0,0854	912	60,5

- Conductor ACSR, 336.4 MCM, Linnet, Diámetro Total D = 18.3 mm.
- RMG = 7.43 mm,
- Resistencia AC a 75° C = 0.202 Ω/km.
- Para una configuración de la Red en montaje lineal, como el mostrado en la figura # , se calculó la Inductancia de la Red por kilómetro.
- Capacidad Nominal de Corriente del Conductor = 530 Amperios.

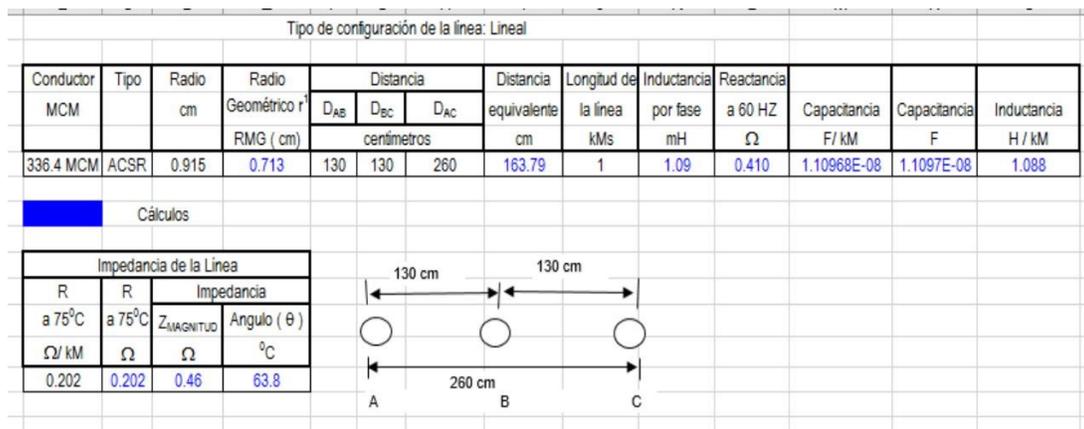


Figura 11 Configuración de los conductores

$$L = (4.606 * \text{Log}(\frac{De_{equiv}}{RMG}) * l * 10^{-7}) * 10^6$$

Donde:

L = Inductancia de la línea en miliHenrios.

Dequiv = Distancia Equivalente en cms.

RMG = Radio Medio Geogémtrico en cms.

l = Longitud de la línea en kms

Y se inductancia de la línea será:

$$X = \omega L = 2 \times 3.1416 \times 60 \times L = 6.28 \times 60 \times 1.09 \text{ mH} = 0.410 \text{ } \Omega / \text{km}$$

El valor obtenido de la impedancia del conductor fue:

$$\mathbf{Z = 0.202 + j 0.410 \text{ } \Omega / \text{km}}$$

La longitud de la línea de interconexión generación-carga, se considera para un valor longitud de 8.1 kms

Entonces el valor de $Z_L = (0.202 + j0.410) \text{ } \Omega / \text{km} \times 8.1 \text{ kms} = 1.64 + j 3.32 \text{ } \Omega$.

Cálculo de la Impedancia equivalente de la carga

Para calcular la impedancia equivalente por fase de la línea, tomaremos en cuenta la potencia trifásica y la dividiremos entre tres.

$$P_{1\phi} = \frac{P_{3\phi}}{3} = \frac{3.12 \text{ MW}}{3} = 1.04 \text{ MW}$$

Para un factor de potencia en atraso $fp = 0.85$, tendremos una potencia aparente:

$$S_{1\phi} = \frac{P}{fp} = \frac{1.04 \text{ MW}}{0.85} = 1.22 \text{ MVA}$$

En condiciones normales, la carga tiene que ser alimentada en media tensión por un voltaje de fase con una magnitud:

$$V_f = 7.6 \text{ kV}$$

Bajo esta consideración de máxima carga, la magnitud de corriente será:

$$I_f = \frac{S_{1\phi}}{V_f} = \frac{1.22 \text{ MVA}}{7.6 \text{ kV}} = 161 \text{ Amperios}$$

Y la impedancia equivalente de carga será Z_c :

$$Z_c = \frac{V_f}{I_f} = \frac{7600 \text{ Voltios}}{161 \text{ Amperios}} = 47.2 \angle$$

Con un ángulo de $\angle = \arcsin(0.85) = 31.8^\circ$

$$Z_c = 47.2 \angle 31.8^\circ = 40.1 + j 24.9 \angle$$

Vamos ahora a determinar para el esquema de la figura #10, el voltaje que estaría aplicado a la carga entre la fase "r" y el nodo Nc, para ello debemos resolver las ecuaciones de malla de este circuito planteadas a continuación, estableciendo los voltajes de la fuente de generación como:

$$V_{RNq} = 7600 \angle 0^\circ \text{ V.}$$

$$V_{SNq} = 7600 \angle -120^\circ \text{ V.}$$

$$V_{TNq} = 7600 \angle 120^\circ \text{ V.}$$

Y planteamos las ecuaciones para las malla M1 y M2, como sigue:

$$V_{RNq} - V_{SNq} = I_1 (2Z + 2Z) - I_2 (Z + Z). \quad \text{Ec (1)}$$

$$V_{SNq} - V_{TNq} = -I_1 (Z + Z) + I_2 (2Z + 2Z). \quad \text{Ec (2)}$$

Y sustituimos sus valores:

$$7600 \angle 0^\circ \text{ V} - 7600 \angle -120^\circ \text{ V} = I_1 (2(1.64 + j 3.32) + 2(40.1 + j 24.9)) - I_2 (1.64 + j 3.32 + 40.1 + j 24.9). \quad \text{Ec (3)}$$

$$7600 \angle -120^\circ - 7600 \angle 120^\circ = -I_1 (1.64 + j 3.32 + 40.1 + j 24.9) + I_2 (2(1.64 + j 3.32) + 2(40.1 + j 24.9)). \quad \text{Ec (4)}$$

Que se reducen a

$$11400 + j6581.8 = I_1 (83.5 + j 56.44) - I_2 (41.74 + j 28.22). \quad \text{Ec (5)}$$

$$(-3800 - j6581.8) - (-3800 + j6581.8) = -I_1 (41.74 + j 28.22) + I_2 (83.5 + j56.44). \quad \text{Ec (6)}$$

$$11400 + j6581.8 = I_1 (83.5 + j 56.44) - I_2 (41.74 + j 28.22). \quad \text{Ec (7)}$$

$$-j13163.6 = -I_1 (41.74 + j 28.22) + I_2 (83.5 + j56.44). \quad \text{Ec (8)}$$

Resolviendo este sistema matricial, se obtienen las corrientes :

$$I_1 = 150.81 \angle -34.04^\circ \text{ A} \quad ; \quad I_2 = 150.8 \angle -94.06^\circ \text{ A}$$

Vemos que $I_1 = I_r = 150.8 \angle -34.04^\circ \text{ A}$ y que:

$$I_S = I_2 - I_1 = 150.81 \angle -154.05^\circ \text{ A} \text{ y que:}$$

$$I_T = -I_2 = 150.8 \angle 85.9^\circ \text{ A}$$

Por lo tanto las tres corrientes están desbalanceadas y su suma será diferente de cero.

La solución propuesta para crear la referencia a neutro aterrizado

5.1 La situación a resolver sin referencia de neutro .

En la figura #10, se muestra la situación a resolver para nuestra carga del Gran Consumidor, donde el sistema de generación se encuentra conectado en estrella sin neutro aterrizado, en este apartado proponemos la siguiente solución reflejada en la figura # 12.

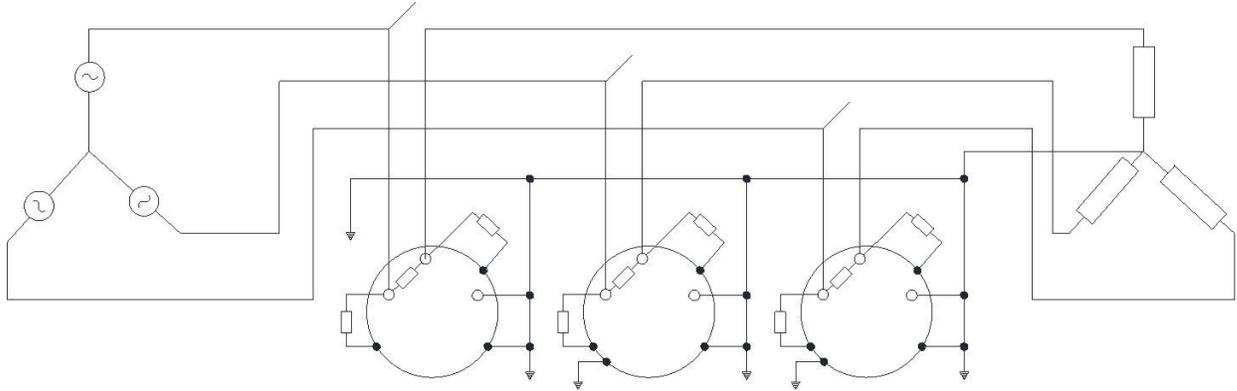


Figura 12 Esquema con Banco de Reguladores

Proveniente de la generación sólo vienen tres fases RST, véase la figura #12, al instalar entre la generación y la carga un banco de reguladores trifásicos conectados en estrella aterrizada por primario y también aterrizado por secundario, la fuente de generación le transfiere la carga al banco de reguladores y como se crea una segunda etapa por secundario en donde el banco de reguladores es quien ahora alimenta la carga, por lo tanto la carga recibe cuatro líneas, que son las tres fases más un neutro aterrizado, es decir el sistema se convierte en un sistema a cuatro líneas con neutro aterrizado.

Veamos más claramente en el siguiente diagrama.

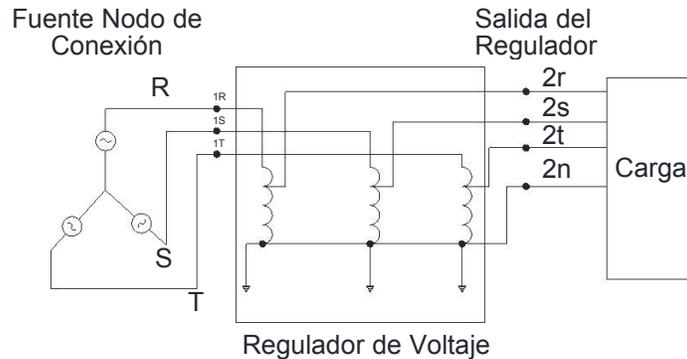


Figura 13 Esquema carga del Regulador

En la figura # 13, vemos como al insertar tres reguladores monofásicos de media tensión entre el nodo de conexión inicial y la carga, el banco de reguladores de voltaje recibe la fuente de suministro de energía sin neutro, con sólo tres líneas (1R, 1S y 1T) y que además el banco de reguladores crea su propia referencia de neutro aterrizado por primario.

Luego por secundario del banco de reguladores, a su salida este se convierte en la nueva fuente de suministro regulada a cuatro fases de la carga (2r, 2s, 2t y 2n). Es decir la carga ve su conexión como una fuente de suministro a cuatro líneas, tres fases más neutro.

Esta solución en la práctica ha sido utilizada ya en Nicaragua en redes de distribución en media tensión, donde además de obtener la referencia de neutro aterrizado, se logra mantener la regulación de voltaje automática con un banco de reguladores de media tensión.

5.2 La comparación de costos tres transformadores en vacío vs instalación de un banco de reguladores.

En los antecedentes mencionamos que a nivel teórico existen cuatro (4) posibles soluciones a la falta de referencia de neutro, siendo una de estas:

Transformador de aterrizaje en salida de un circuito, con un banco de transformadores en vacío (sin carga), conectado en delta-Estrella, para crear así la referencia de Neutro.

Si comparamos económicamente esta última alternativa, versus la instalación de un banco de tres reguladores de voltaje, obtenemos las siguientes tablas:

SUMINISTRO E INSTALACION DE REGULADORES DE VOLTAJE	U\$
Suministro de banco reguladores de voltaje 3x76.2 KVA, 100 A, 7.6 kV	53,303.69

SUMINISTRO E INSTALACION DE TRES TRANSF. EN VACIO	U\$
Suministro de banco de tres transf. 3 x 25 kVA, 7.6/13.2 kV	3,600.00

Vemos que económicamente la instalación del banco de transformadores en vacío, es la más económica, pero no supera en ventajas técnicas a la instalación del banco de reguladores de voltaje:

BANCO DE REGULADORES	BANCO DE TRANSFORMADORES
REFERENCIA DE NEUTRO	REFERENCIA DE NEUTRO
REGULACION DE VOLTAJE	-----

Conclusiones

- La línea de neutro es la referencia para todas las cargas monofásicas.
- La línea de neutro es obligatorias en todas nuestras redes de distribución sean en media o baja tensión.
- La falta de la línea de neutro afecta la calidad del suministro de la energía a las cargas y crea corrientes desbalanceadas en cada fase cuya suma vectorial no es igual a cero.
- Todos los sistemas de distribución en media tensión con cargas monofásicas, deben obligatoriamente contar con una línea de neutro.
- La ausencia de la línea de neutro en un sistema con cargas monofásicas y trifásicas desbalanceadas, impediría que la corriente de compensación que resulta de la sumas vectorial de todas las corrientes, sea derivada a tierra mediante la línea de neutro.

Recomendaciones

- Poner en práctica los sistemas seguros para redes eléctricas de distribución, mediante cargas conectadas con línea de neutro.
- En ningún caso se permite la conexión de una carga desbalanceada, sin contar con una línea de neutro aterrizada.
- Se debe realizar siempre el estudio de todas las corrientes circulantes por la fase de las cargas, para determinar el balance de carga.
- Para sistemas eléctricos de redes eléctricas de distribución en media tensión, cuyo único punto de conexión sea un sistema de generación con sólo tres fases de suministro y la carga sea desbalanceada y requiera cuatro líneas de conexión a tres fases más neutro, se debe implementar la solución propuesta en esta investigación con la inserción de un banco de reguladores conectados ente la fuente de suministro y la carga.
- La ausencia de la línea de neutro en un sistema con cargas monofásicas y trifásicas desbalanceadas, impediría que la corriente de compensación que resulta de la sumas vectorial de todas las corrientes, sea derivada a tierra mediante la línea de neutro.

Bibliográfica

- Ley 272, Ley de la Industria Eléctrica
- Normativa de Calidad del Servicio Eléctrico-INE
- Normas de construcción de redes de distribución, nacionales.
- Ingeniería Económica. Gabriel Urbina Baca
- Sistemas Eléctricos de Distribución. Roberto Espinoza Lara.
- Sistemas Eléctricos de Distribución. Turan Gonen.
- Apuntes de Redes Eléctricas de Distribución-Ing. Carlos Pérez Méndez
- http://www.cooperindustries.com/content/dam/public/powersystems/resources/library/225_VoltageRegulators/S2251010S.pdf
- http://www.trifasica.net/pdf/TEMA_8._SISTEMAS_TRIFASICOS.pdf
- Estudio de Factibilidad anteproyecto de construcción Complejo de Almacenamiento de Combustibles- ALBANISA

ANEXOS

Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento del regulador de voltaje VR-32 con cambiador de tomas Quik-Drive



DESCARGO DE RESPONSABILIDAD DE LA GARANTÍA Y LIMITACIONES DE RESPONSABILIDAD

La información, recomendaciones, descripciones y notas de seguridad del presente documento se basan en la experiencia y criterio de Eaton Corporation ("Eaton") y podrían no abarcar todas las situaciones posibles. Si se requiere información adicional, comuníquese con una oficina de ventas de Eaton. La venta del producto que se muestra en la presente literatura está sujeta a los términos y condiciones descritos en las políticas de ventas de Eaton correspondientes y en otros acuerdos por contrato celebrados entre Eaton y el comprador.

NO EXISTEN CONVENIOS, ACUERDOS, GARANTÍAS EXPRESAS O IMPLÍCITAS, INCLUSO LAS GARANTÍAS DE IDONEIDAD PARA UN USO PARTICULAR O UTILIDAD COMERCIAL, APARTE DE LAS QUE SE DESCRIBEN ESPECÍFICAMENTE EN UN CONTRATO EXISTENTE ENTRE LAS PARTES. TODO CONTRATO TAL DECLARA LA TOTALIDAD DE LAS OBLIGACIONES DE EATON. EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO NO FORMARÁ PARTE DE CONTRATO ALGUNO ENTRE LAS PARTES NI LO MODIFICARÁ.

Por ningún motivo será Eaton responsable ante el comprador o usuario en contratos, en agravios (incluso por negligencia), responsabilidad estricta o de otra manera por daños o pérdidas especiales, indirectos, incidentales o consecuentes en modo alguno, incluso pero sin quedar limitado a daños o pérdida del uso de equipos, plantas o sistemas de energía, costo de capital, pérdida de energía, gastos adicionales por el uso de instalaciones energéticas existentes o reclamos en contra del comprador o usuario por parte de sus clientes que resulten del uso de la información, recomendaciones y descripciones que aquí se contienen. La información que contiene este manual está sujeta a cambios sin previo aviso.

Contenido

INFORMACIÓN DE SEGURIDAD

Información de seguridad	iv
--------------------------------	----

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Introducción	1
Aceptación e inspección inicial	1
Manejo y almacenamiento	1
Descarga	1
Normas	1
Descripción	2
Opciones disponibles	2

INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN

Inspección previa a la instalación	4
Conexiones del sistema	4
Chapas de identificación	6
Montaje	6
Puesta del regulador en servicio	8
Puesta fuera de servicio	11

FABRICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

Características estándar de reguladores con boquillas superiores	12
Indicador de posición y funciones de ADD-AMP	13
Protección contra sobrevoltajes transitorios	13
Cambiadores de tomas Quik-Drive	19

MANTENIMIENTO

Inspecciones periódicas	22
Revisión funcional	22
Retiro del regulador de su tanque	23
Colocación del regulador en su tanque	24

REPUESTOS

Información para pedidos	24
--------------------------------	----

LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS

Procedimientos para la localización de averías y pruebas	25
--	----

APÉNDICE

Conexiones y niveles de voltaje	34
Capacidad de ADD-AMP	35
Diagramas de alambrado	36



Seguridad para vivir



Eaton cumple o excede todas las normas de la industria aplicables y relacionadas con la seguridad de sus productos de la serie Cooper Power™. Fomentamos activamente las prácticas de seguridad en el uso y el mantenimiento de nuestros productos a través de nuestra literatura de servicio, programas de adiestramiento instructivos y los continuos esfuerzos de todos los empleados de Eaton involucrados en el diseño, fabricación, comercialización y servicio del producto.

Le urgimos que siga todos los procedimientos e instrucciones de seguridad aprobados en su localidad cuando trabaje en equipos y líneas de alto voltaje y que apoye nuestra misión de "Seguridad para vivir".

Información de seguridad

Las instrucciones en este manual no deben sustituir la capacitación apropiada o la experiencia adecuada en el manejo seguro del equipo descrito. Este equipo debe ser instalado, manejado y reparado únicamente por técnicos competentes familiarizados con él.

Un técnico competente cuenta con estas calificaciones:

- Está completamente familiarizado con estas instrucciones.
- Ha aprendido todas las prácticas y procedimientos aceptados por la industria para el manejo seguro de alto y bajo voltaje.
- Está capacitado y autorizado para activar, desactivar, despejar y conectar a tierra equipos de distribución de potencia.
- Ha aprendido el cuidado y uso del equipo protector tal como vestimentas antifogonazos, anteojos de seguridad, caretas, cascos, guantes de caucho, pértigas, etc.

A continuación se detalla información importante de seguridad. Para la instalación y el funcionamiento seguros de este equipo, asegúrese de leer y comprender todas las precauciones y advertencias.

Avisos de advertencia

Este manual contiene cuatro tipos de avisos de advertencia:

PELIGRO

Indica una situación de peligro inminente que, si no se evita, resultará en lesiones graves o mortales.

ADVERTENCIA

Indica una situación potencialmente peligrosa que, si no se evita, puede resultar en lesiones graves o mortales.

PRECAUCIÓN

Indica una situación potencialmente peligrosa que, si no se evita, podría resultar en lesiones moderadas o leves.

PRECAUCIÓN

Indica una situación potencialmente peligrosa que, si no se evita, podría resultar en daños al equipo solamente.

Instrucciones de seguridad

A continuación se indican precauciones y advertencias generales aplicables a este equipo. A través de este manual hay advertencias adicionales relacionadas a labores y procedimientos específicos.

PELIGRO

Voltajes peligrosos. El contacto con voltaje peligroso causará lesiones personales graves o la muerte. Siga todos los procedimientos de seguridad aprobados localmente al trabajar cerca de líneas y de equipo de alto y bajo voltaje.

G103.3

ADVERTENCIA

Antes de instalar, hacer funcionar, hacer trabajos de mantenimiento o probar este equipo, lea detenidamente y comprenda el contenido de este manual. El funcionamiento, manejo o mantenimiento incorrecto podría causar la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.

G101.0

ADVERTENCIA

Este equipo no está diseñado para salvaguardar vidas humanas. Respete todos los procedimientos y prácticas de seguridad aprobados localmente al instalar o hacer funcionar este equipo. El no cumplir con esta disposición podría causar la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.

G102.1

ADVERTENCIA

El equipo de distribución y transmisión de potencia debe escogerse según la aplicación del caso. La instalación y el mantenimiento deben ser efectuados por personal competente que haya sido capacitado y que comprenda los procedimientos de seguridad apropiados. Estas instrucciones se han redactado para este tipo de personal y no son sustituto para la capacitación y experiencia en los procedimientos de seguridad. El no elegir, instalar o mantener apropiadamente este equipo de distribución y transmisión de potencia puede causar la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.

G122.3

Información del producto

Introducción

La *Información de servicio MN225008S* proporciona las instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento del regulador de voltaje VR-32 con el cambiador de tomas Quik-Drive de la serie Cooper Power™.

Lea este manual primero

Lea y comprenda el contenido de este manual y respete todos los procedimientos y prácticas de seguridad aprobados localmente antes de instalar o hacer funcionar este equipo. Lea y comprenda el manual que detalla los procedimientos de instalación y funcionamiento del control empleado con este regulador. Consulte *Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de controles de voltaje CL-7 MN225008S* para información en cuanto al control de reguladores de voltaje CL-7.

Información adicional

No es posible cubrir con estas instrucciones todos los detalles o variaciones en el equipo, procedimientos o procesos descritos, ni proporcionar instrucciones que anticipen todas las contingencias posibles que surjan durante la instalación, funcionamiento o mantenimiento del equipo. Para más información, comuníquese con el representante de Eaton.

Aceptación e inspección inicial

El regulador se prueba e inspecciona completamente en la fábrica. Ha sido cuidadosamente calibrado y ajustado y está en buenas condiciones cuando el transportista lo acepta para embarcarlo.

Al recibir el regulador, antes de descargarlo, lleve a cabo una inspección completa en busca de daños, evidencia de manejo brusco o materiales faltantes. Inspeccione el indicador de posición, la caja de empalmes, el disipador, los radiadores y las boquillas en busca de señales de daños. Si la inspección inicial revela evidencia de manejo brusco, daños o materiales faltantes, esto deberá anotarse en el conocimiento de carga y se deberá tramitar un reclamo de inmediato con el transportista. También notifique al representante de Eaton.

Manejo y almacenamiento

Tenga cuidado durante el manejo y el almacenamiento del equipo para reducir la posibilidad de daños. Si el regulador no será puesto en servicio de inmediato, se lo puede almacenar con un mínimo de precauciones. Almacene la unidad en un lugar en donde el riesgo de que sufra daños mecánicos sea mínimo.

ADVERTENCIA

Daños al equipo. Levante la unidad apoyándose únicamente en las orejetas de elevación montadas en el tanque. La tapa podría deformarse o fracturarse si se emplean las argollas de elevación montadas en la tapa para levantar toda la unidad, lo cual podría causar la muerte, lesiones personales graves o daños al equipo.

Descarga

Cuando se utiliza una grúa para descargar el regulador, se lo debe levantar por medio de una eslinga y una barra separadora utilizando las orejetas de elevación montadas en el tanque, las cuales se ilustran en la Figura 2. No levante toda la unidad por las argollas de elevación de la tapa. Las argollas de elevación se usan únicamente para sacar el conjunto interno que está fijado a la tapa del tanque.

Normas

Los reguladores serie Cooper Power de Eaton han sido diseñados y probados según las normas dadas a continuación:

Norma IEEE C37.90.1-2012™

Norma IEEE C37.90.2-2004™

Norma IEEE C57.13-2008™

Norma IEEE C57.15-2009™

Norma IEEE C37.91-2011™

Norma IEEE C57.131-2012™

EN 50081-2

EN 61000-4

IEC 60068-2

IEC 60214-1

IEC 610255-5

Normas de calidad

Sistema de calidad con homologación según norma ISO 9001

Descripción

Los reguladores de voltaje VR-32 de Eaton funcionan para mantener los niveles de voltaje dentro de límites fijados por programación para mejorar la calidad del suministro de energía y son compatibles con SCADA y con los sistemas de distribución automática.

Los reguladores de voltaje VR-32 se ofrecen en configuraciones de montaje en poste, en plataforma, en base y en subestación, y son adecuados para uso con sistemas de tres o cuatro alambres aéreos y subterráneos.

Los reguladores de voltaje VR-32 son autotransformadores reguladores. Regulan el voltaje nominal desde una elevación (aumento) de 10% hasta una reducción (disminución) de 10% en 32 etapas de aproximadamente 5/8%.

El sistema de aislamiento de aumento de 65°C y la fabricación con tanque sellado permiten una capacidad adicional de 12% por encima de la capacidad nominal de 55°C sin pérdida de vida útil normal del aislamiento. La capacidad adicional se declara en la chapa de identificación. Por ejemplo, una capacidad nominal de 167/187 kVA corresponde a una capacidad nominal de 167 kVA y una capacidad nominal adicional de 187 kVA.

La fabricación de la unidad, con el conjunto interno suspendido de la tapa, facilita la inspección y el mantenimiento.

Eaton fabrica cuatro tipos de reguladores tipo etapa: devanados en serie del lado de fuente (tipo B), devanado en serie del lado de carga (tipo A), transformador en serie (tipo TX) y autotransformador en serie (tipo AX). Los reguladores de voltaje VR-32 usualmente vienen equipados con un devanado de compensación. Las chapas de identificación ubicadas en el tanque y en la caja de control definen la topología del circuito de potencia.

Los reguladores de voltaje VR-32 incluyen las características estándar siguientes:

- Devanado de doble rango de elevación de temperatura 55/65°C
- Capacidad de ADD-AMP™
- Fabricación con tanque sellado
- Dispositivo de alivio de presión
- Boquillas con distancia mínima de Fuga de 18 pulg y conectores tipo pinza
- Disipador de sobrevoltaje externo en serie tipo metal óxido (MOV)
- Rebordes de montaje de disipador en paralelo
- Dos chapas de identificación de aluminio, grabadas por láser
- Mirilla de nivel de fluido aislante
- Conexión de presión de filtro superior
- Válvula de vaciado y dispositivo para muestreo de fluido aislante
- Control con aprobación para portar el distintivo CE
- Conectores de conexión/desconexión rápida de cable del control



Figura 1. Cable con enchufe de desconexión rápida.

Opciones disponibles

Entre las opciones disponibles se incluyen:

- Cable con conectores de conexión rápida y longitud extendida en diversas longitudes de hasta 36,6 m (120 pies).
- Cable reforzado
- Cable blindado
- Estructura elevadora de acero galvanizado ajustable
- Fusibles suplementarios externos para evitar daños causados por la inversión de polaridad de la conexión de los bornes de la fuente de voltaje
- Disipador de sobrevoltaje en paralelo
- Termómetro del fluido aislante con o sin contactos para alarma
- Medidor de nivel del fluido aislante con o sin contactos para alarma
- Manómetro y medidor de vacío con o sin contactos para alarma
- Relé de aumento rápido de presión
- Tanque y tapa de acero inoxidable
- Fluido Envirotemp™ FR3™
- Conectores de tierra para el tanque y la caja de control
- Colores alternativos de capa exterior
- Tornillería externa de acero inoxidable
- Caja de control de acero inoxidable
- Chapas de identificación de acero inoxidable
- Base para subestación, menos de 167 kVA
- Escuadras de montaje en poste, 333 kVA
- Protectores contra animales
- Conectores tipo bayoneta para boquillas tipo NEMA® de 4 agujeros

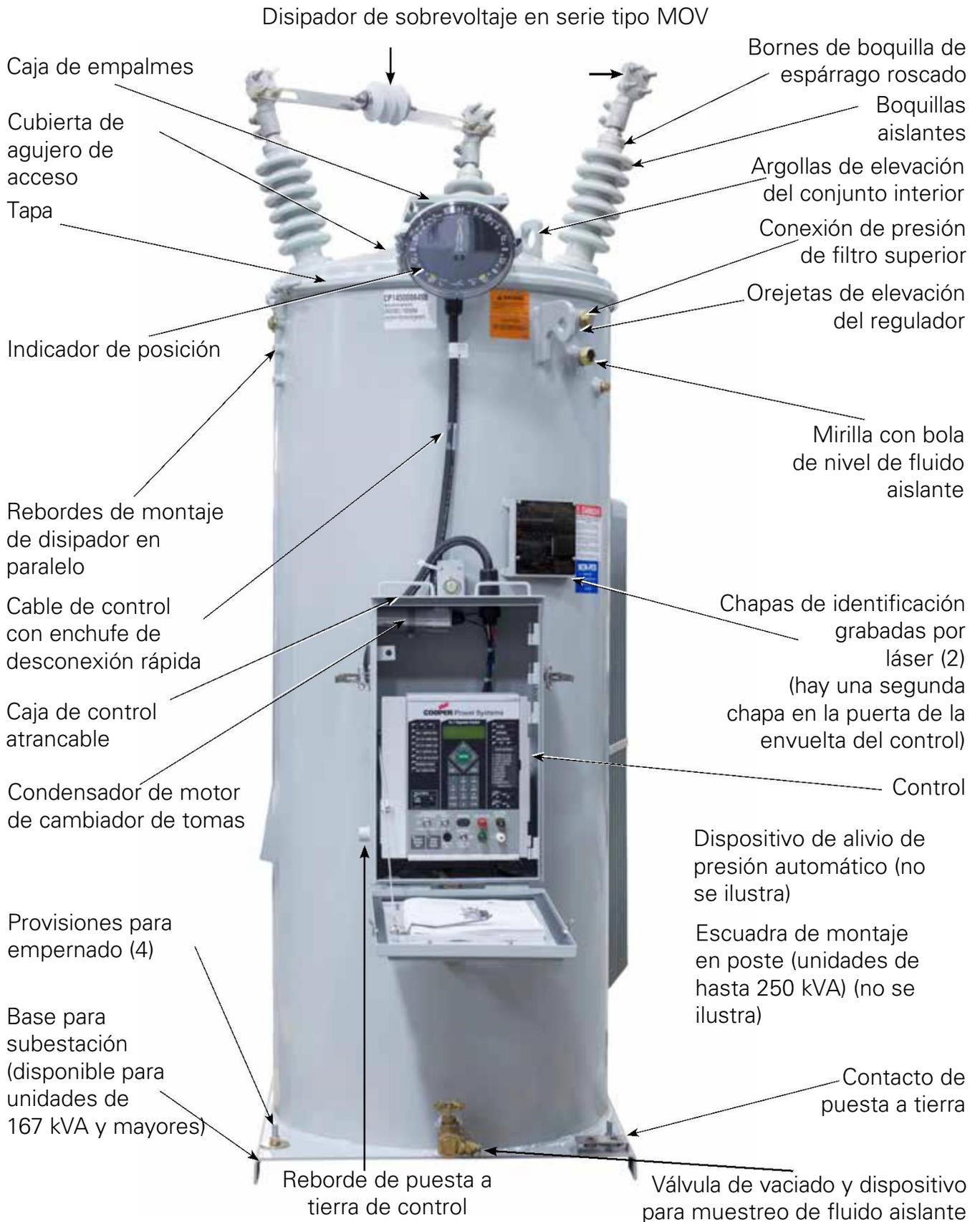


Figura 2. Características externas del regulador de voltaje VR-32.

Instalación

Inspección antes de la instalación

Antes de conectar el regulador a la línea, lleve a cabo la inspección siguiente:

1. Revise la mirilla de nivel de fluido aislante. Busque señales visibles de fugas de fluido aislante.
2. Examine el disipador de sobrevoltaje en serie en busca de daños. Si tiene daños, instale un disipador nuevo con la misma capacidad de voltaje.
3. Inspeccione las boquillas de porcelana en busca de daños o fugas en sus sellos.
4. Si se sospecha que ha entrado humedad a la unidad, quite la cubierta del agujero de acceso para la mano y revise en busca de evidencia de humedad, tal como la herrumbre o rastros de agua en el fluido aislante. Si ha entrado humedad al tanque, seque el regulador y filtre el fluido aislante antes de poner la unidad en servicio. Consulte las Tablas 5 y 6 para las normas de prueba del fluido aislante. Asegúrese de volver a colocar la cubierta adecuadamente en el agujero de acceso de la mano.
5. Revise el indicador de posición en busca de daños. NO use disolvente ni combustible para limpiar la chapa de identificación.
6. Si el regulador ha estado almacenado por cierto tiempo, pruebe la rigidez dieléctrica del fluido aislante según lo indicado en las Tablas 5 y 6.
7. El regulador puede alimentarse con el voltaje nominal (con cuidado) para efectuar una revisión funcional. Este procedimiento es opcional.
8. Se puede efectuar una prueba de potencial alto para asegurar que haya distancias eléctricas adecuadas respecto a tierra. Este procedimiento es opcional.

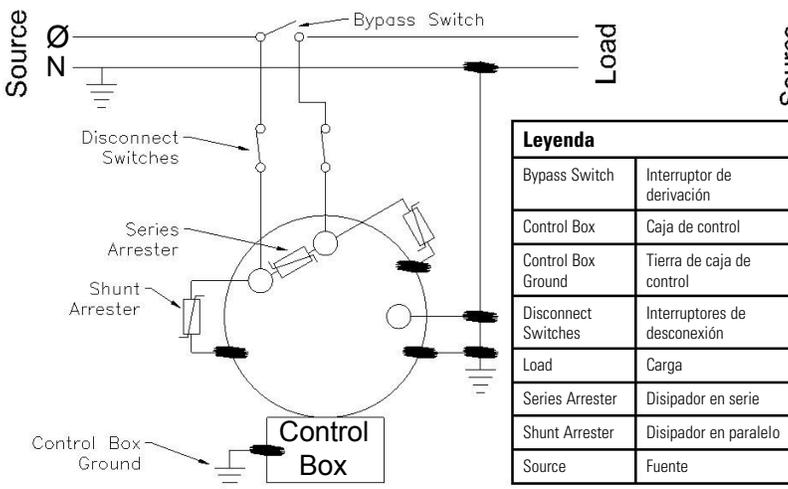


Figura 3. Regulación de un circuito monofásico.

Conexiones de sistemas

⚠️ ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. Conecte la boquilla "S" a la fuente y la "L" a la carga. En las conexiones en estrella, conecte la boquilla "SL" al neutro. Para las conexiones en delta, conecte la boquilla "SL" a la fase correspondiente. Las conexiones imprecisas pueden producir voltajes excesivamente altos o bajos en el lado de la carga del regulador y pueden causar la muerte o lesiones personales y daños al equipo.

Un regulador puede regular un circuito monofásico o una fase de un circuito trifásico en configuración estrella o delta. Dos reguladores conectados entre fase y fase en configuración delta abierta o tres reguladores conectados entre fase y fase en configuración delta cerrada pueden regular un circuito trifásico de tres hilos. Cuando se conectan en configuración estrella, tres reguladores pueden regular un circuito trifásico de cuatro hilos y puntos múltiples de puesta a tierra. No se deben conectar tres reguladores directamente en configuración estrella en circuitos trifásicos de tres hilos debido a la probabilidad de derivación del neutro, a menos que el neutro esté conectado al neutro de un banco de transformadores de distribución en configuración estrella o al neutro del secundario del transformador de una subestación. Se ilustran diagramas de conexiones típicas en las Figuras 3 a la 7. Consulte la sección Disipadores en paralelo de este manual para información en cuanto al uso de disipadores en paralelo.

Los diagramas de conexión típicos (Figuras 3 a la 7) muestran interruptores individuales para las funciones de derivación y de desconexión. Sin embargo, se puede emplear un interruptor de derivación/desconexión del regulador en cada fase para llevar a cabo las funciones de derivación y desconexión en secuencia. Cada uno de estos interruptores sustituye a uno de los interruptores de derivación y dos de los interruptores de desconexión mostrados en los diagramas.

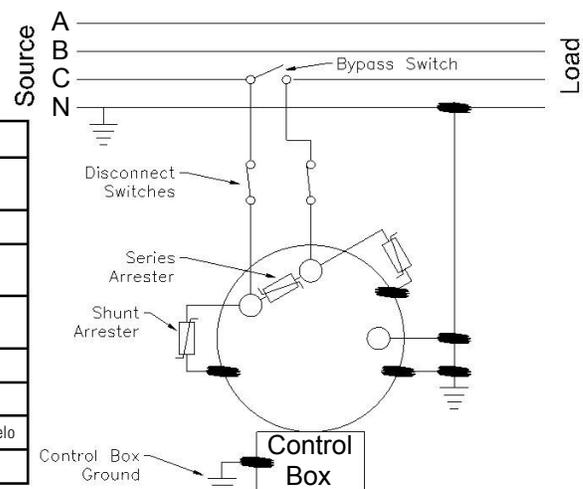
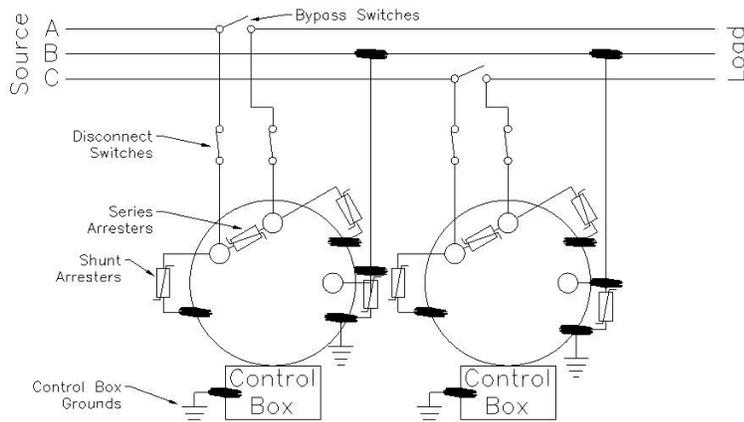
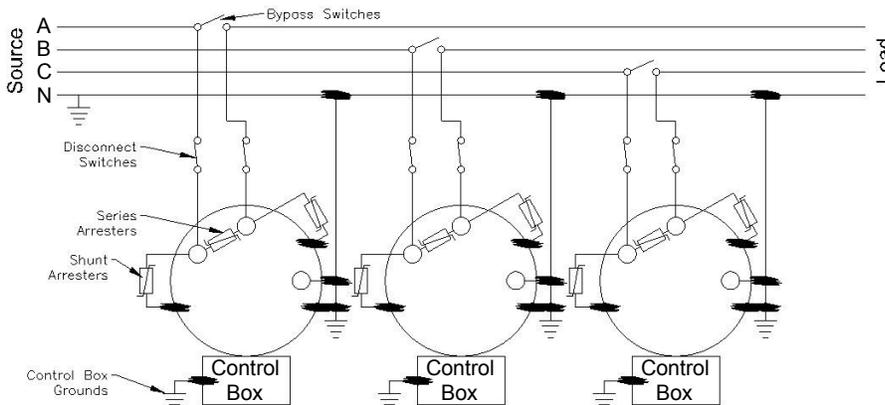


Figura 4. Regulación de una fase de un circuito trifásico con cuatro conductores usando un regulador.



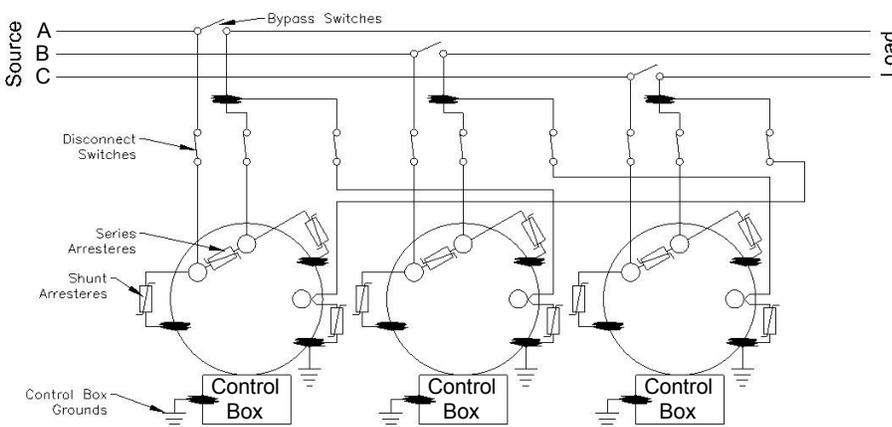
Leyenda	
Bypass Switch	Interruptor de derivación
Control Box	Caja de control
Control Box Ground	Tierra de caja de control
Disconnect Switches	Interruptores de desconexión
Load	Carga
Series Arrester	Disipador en serie
Shunt Arrester	Disipador en paralelo
Source	Fuente

Figura 5. Regulación de un circuito trifásico de tres conductores usando dos reguladores (conectados en delta abierta).



Leyenda	
Bypass Switch	Interruptor de derivación
Control Box	Caja de control
Control Box Ground	Tierra de caja de control
Disconnect Switches	Interruptores de desconexión
Load	Carga
Series Arrester	Disipador en serie
Shunt Arrester	Disipador en paralelo
Source	Fuente

Figura 6. Regulación de un circuito trifásico de cuatro conductores con conexión en estrella con puntos múltiples de tierra usando tres reguladores (conectados en estrella).



Leyenda	
Bypass Switch	Interruptor de derivación
Control Box	Caja de control
Control Box Ground	Tierra de caja de control
Disconnect Switches	Interruptores de desconexión
Load	Carga
Series Arrester	Disipador en serie
Shunt Arrester	Disipador en paralelo
Source	Fuente

Figura 7. Regulación de un circuito trifásico de tres conductores usando tres reguladores (conectados en delta cerrada).

Chapas de identificación

Se suministran dos chapas de identificación de aluminio anodizado como equipo estándar; consulte las Figuras 8 y 9. Una chapa de identificación se coloca en el tanque del regulador. La otra se encuentra en la puerta de la caja de control. Las chapas de identificación proporcionan la información necesaria para el funcionamiento correcto del control. Datos tales como la relación del transformador de corriente, la relación del transformador de potencia, el tipo de regulador y el tipo de cambiador de tomas pueden hallarse en las chapas de identificación. Cuando el control se despacha montado en el regulador, los datos de la chapa de identificación se programan en el control en la fábrica. Se recomienda verificar esta información antes de poner el control y el regulador en servicio. Si llama a Eaton para solicitar servicio o por algún asunto relacionado con el apoyo, tenga el número de catálogo y el número de serie que aparecen en la chapa de identificación como referencia.

Montaje

Los reguladores pueden montarse en un poste, en una plataforma con brazos entrecruzados o en una estructura elevadora. Los reguladores normalmente se suministran ya sea con soportes de montaje en poste o con una base para subestación, según su capacidad nominal. Se puede proporcionar una estructura elevadora para simplificar la instalación en una subestación, cuando el regulador requiere una separación específica entre componentes activos y el suelo.

Los reguladores montados sobre bases tienen gabinetes a prueba de intrusión y conexiones de boquillas compatibles con sistemas subterráneos de distribución. Un módulo conmutador también se encuentra disponible para las unidades montadas sobre bases que permite la conmutación en derivación; el módulo permanece sobre la base cuando se eleva el regulador para ponerlo fuera de servicio.

El control del regulador puede montarse en el tanque del regulador o en un punto separado de la unidad. Se ofrecen cables de control revestidos de caucho en longitudes diversas de hasta 120 pies 36,6 metros (120 pies).

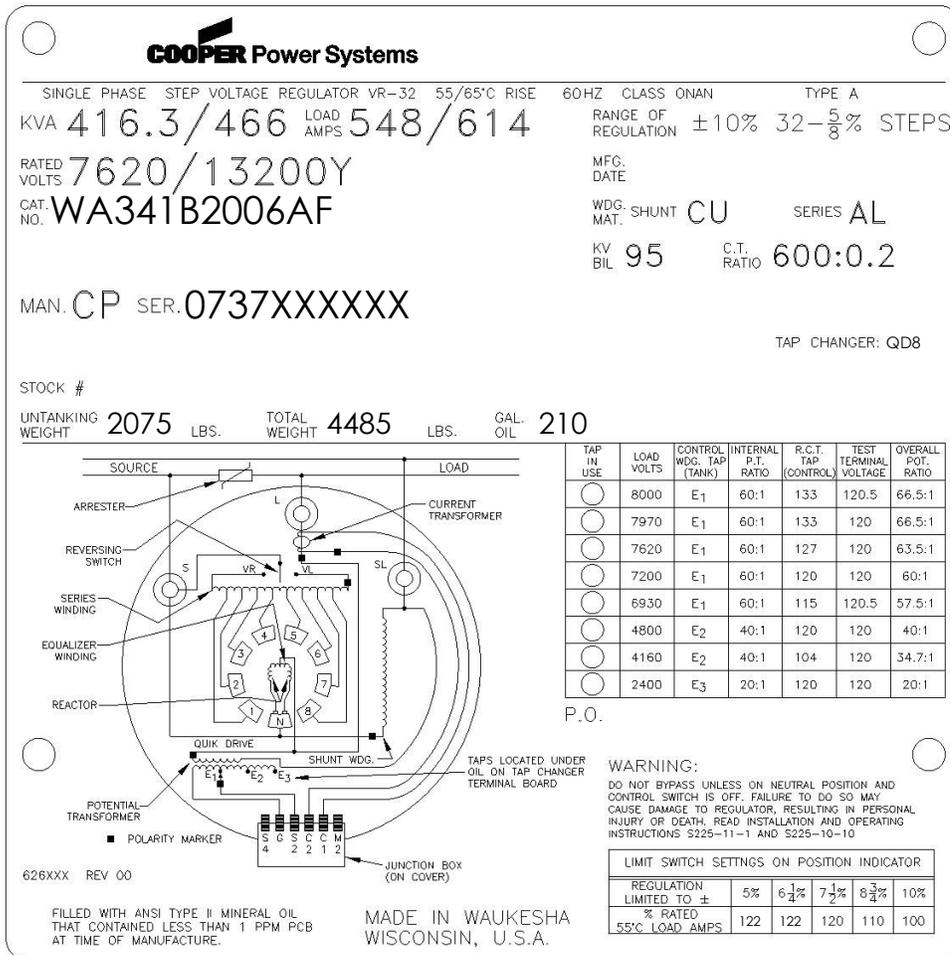


Figura 8. Chapa de identificación típica, diseño de 60 Hz para uso nacional.

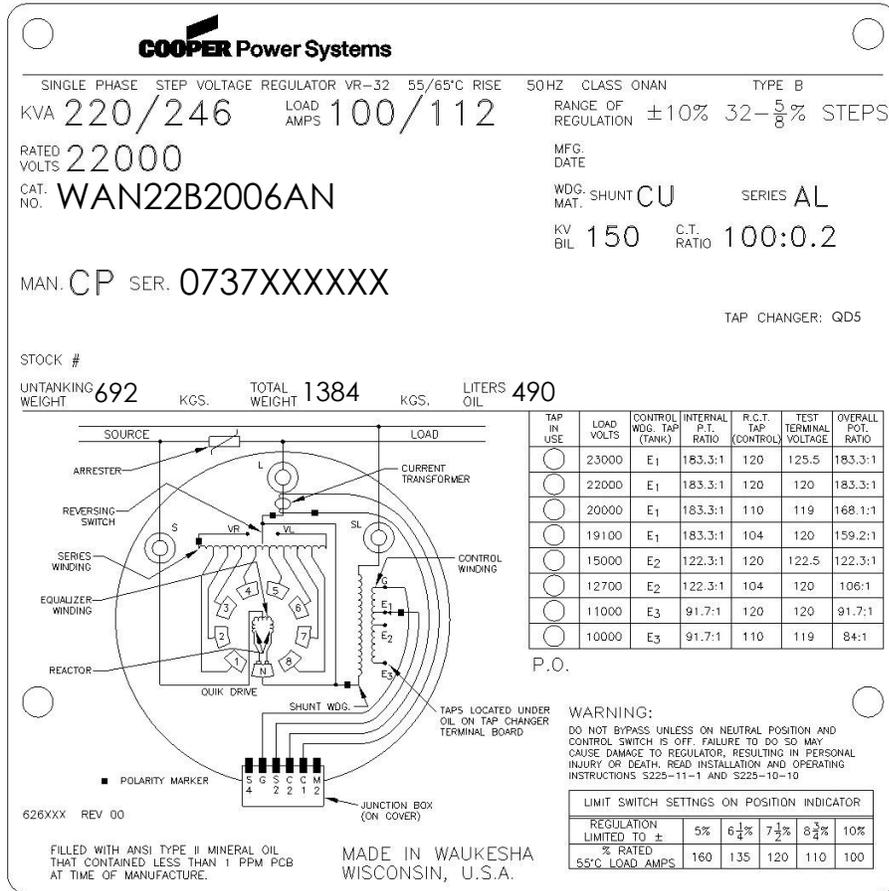


Figura 9. Chapa de identificación típica, diseño de 50 Hz para uso internacional.

Puesta del regulador en servicio

PELIGRO

Riesgo de explosión. Durante la conmutación en derivación, el regulador deberá estar en punto muerto. Antes de conmutar en derivación 1) Coloque el regulador en punto muerto; 2) Inhabilite el funcionamiento del cambiador de tomas durante la conmutación en derivación. Si el regulador se encuentra en una posición diferente, una parte del devanado en serie quedará en cortocircuito cuando se cierre el interruptor de derivación, lo cual causará una corriente elevada de circulación. El no cumplir con esta disposición causará la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. Para proteger al personal contra los sobrevoltajes transitorios cuando se usa el control, siga los procedimientos de puesta a tierra de la caja de control que se dan a continuación a) Si la caja de control está conectada al tanque del regulador o está situada a distancia del tanque en un punto accesible únicamente con escalera, conecte la caja de control al cable que va del regulador a la varilla de puesta a tierra; b) Si la caja de control puede accederse desde el suelo, conecte la caja de control directamente a una estera y varilla de puesta a tierra. El no cumplir con esta disposición puede provocar graves lesiones personales o la muerte.

PRECAUCIÓN

Daños al equipo. Solamente se debe emplear una fuente de alimentación de CA como fuente externa para el control. No utilice un inversor de voltaje CC a CA. El no cumplir con esta disposición puede causar la generación de señales armónicas excesivas y causará daños al tablero delantero.

PRECAUCIÓN

Daños al equipo. Cuando se conecta el suministro de energía externo al control del regulador de voltaje, compruebe que la polaridad de la fuente de energía sea la correcta. La inversión de la polaridad causará daños al panel frontal del control.

Consulte *Información de servicio MN225003S, Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de controles de voltaje CL-7* para información en cuanto al control de reguladores de voltaje CL-7, incluyendo la puesta en servicio del control y su programación inicial.

Al igual que con todos los equipos eléctricos, **la puesta a tierra adecuada del control de regulador de voltaje es esencial**. La caja de control del regulador de voltaje debe estar puesta a tierra en el tanque o con tierra física. Una puesta a tierra deficiente en la caja de control puede causar un riesgo para los operadores y el mal funcionamiento del control. La fijación de la caja de control al tanque del regulador no asegura que la puesta a tierra sea adecuada debido a las superficies pintadas del tanque y de la caja de control. Se proporciona un contacto con rosca de 1/2 pulg-13 UNC en el costado del gabinete de control para la puesta a tierra. Después de haber programado el control para las operaciones básicas, lleve a cabo una revisión funcional de las operaciones

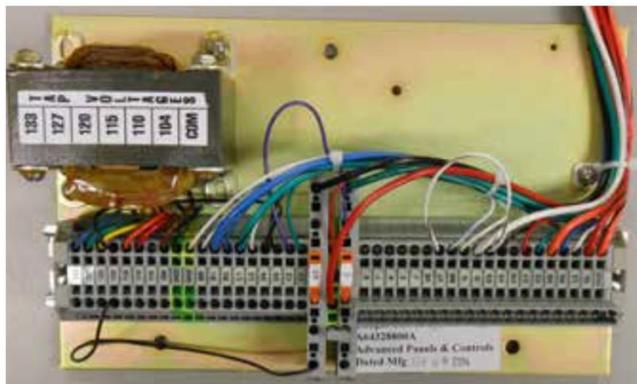


Figura 10. Tablero trasero de control monofásico CL-7 típico.

manuales y automáticas antes de finalizar la instalación del regulador. Los reguladores pueden ponerse en servicio sin necesidad de interrumpir la continuidad de la carga por medio de instalar interruptores de derivación y de desconexión.

Para llevar a cabo la revisión funcional y las operaciones de conmutación necesarias para instalar un regulador en un sistema, utilice uno de los procedimientos siguientes: Utilice el **procedimiento A** cuando se emplea un interruptor de derivación y dos interruptores de desconexión; utilice el **procedimiento B** cuando se emplea un interruptor simple de derivación/desconexión del regulador. Cuando se alimenta el control desde una fuente externa, utilice únicamente una fuente de 120 VCA, a menos que el control haya sido configurado para 240 VCA, lo cual se indica por medio de una etiqueta adyacente a los bornes.



Figura 11. Tablero trasero de control multifásico CL-7 típico.

Procedimiento A Un interruptor de derivación y dos de desconexión

1. Verifique en la chapa de identificación del regulador que el circuito de control esté conectado para regular el voltaje del sistema adecuadamente.
2. Coloque el interruptor de ALIMENTACIÓN en **DESACTIVADA** y el interruptor de FUNCIÓN del CONTROL en **DESACTIVADA**.
3. Los interruptores tipo cuchilla del tablero trasero deben fijarse con **V1** (interruptor de potencial) (y **V6** si está presente) cerrados (oprimidos) y con **C** (interruptor de cortocircuito del transformador de corriente) abierto (tirado hacia fuera).
4. Cierre el interruptor de desconexión de fuente/carga (SL), si lo tiene.
5. Cierre el interruptor de desconexión de fuente (S).
6. Coloque el interruptor de ALIMENTACIÓN en **INTERNA** y el interruptor de FUNCIÓN del CONTROL en **LOCAL MANUAL**.
7. Levante el interruptor de elevar/reducir para accionar el cambiador de tomas dos o tres etapas y luego oprímalo para devolver el cambiador de tomas al punto muerto. Cuando está en punto muerto, la luz de punto muerto se ilumina de modo continuo y el indicador de posición señala hacia el cero o hacia "N" (punto muerto).
8. Con el regulador en punto muerto, coloque el interruptor FUNCIÓN de CONTROL en la posición **DESACTIVADA**, coloque el interruptor de ALIMENTACIÓN en **DESACTIVADA**, abra el interruptor tipo cuchilla **V1** (y **V6** si lo tiene), y saque el fusible de 6 A del motor.
9. Cierre el interruptor de desconexión de carga (L).
10. Abra el interruptor de derivación. El regulador ahora se encuentra energizado.
11. Vuelva a colocar el fusible de 6 A del motor, cierre el interruptor tipo cuchilla **V1**, y coloque el interruptor de ALIMENTACIÓN en **INTERNA**.
12. Consulte *Información de servicio MN225003S, Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de controles de reguladores de voltaje CL-7* para información en cuanto al control de reguladores de voltaje CL-7, incluyendo la puesta en servicio del control y su programación inicial.

Procedimiento B Interruptor de derivación/ desconexión del regulador

1. Verifique en la chapa de identificación del regulador que el circuito de control esté conectado para suministrar el voltaje de sistema regulado adecuado.
2. Coloque el interruptor de FUNCIÓN del CONTROL en **LOCAL MANUAL** y el interruptor de ALIMENTACIÓN en **EXTERNA**.
3. Los interruptores tipo cuchilla del tablero trasero deben fijarse con **V1** (interruptor de potencial) (y **V6** si está presente) abiertos (tirados hacia fuera) y con **C** (interruptor de cortocircuito del transformador de corriente) cerrado (oprimido).
4. Aplique 120 V (o el voltaje indicado en la etiqueta del control) a los bornes de fuente externa.
5. Levante el interruptor de elevar/reducir para accionar el cambiador de tomas dos o tres etapas y luego oprímalo para devolver el cambiador de tomas al punto muerto; estos pasos comprueban el buen funcionamiento del mecanismo. Cuando está en punto muerto, la luz de punto muerto se ilumina de modo continuo y el indicador de posición señala hacia el cero o hacia "N" (punto muerto).
6. Desconecte el voltaje de los bornes de la fuente externa.
7. Con el regulador en punto muerto, coloque el interruptor del CONTROL en la posición **DESACTIVADA**, coloque el interruptor de ALIMENTACIÓN en **DESACTIVADA**, y desconecte el fusible de 6 A del motor.
8. Para sistemas de conexión en delta: Cierre el interruptor de desconexión de fuente/carga (SL).
9. Cierre el interruptor de derivación/desconexión del regulador. El regulador ahora se encuentra energizado.
10. Vuelva a instalar el fusible de 6 A del motor, cierre el interruptor de cuchilla **V1** (y el **V6**, si existe), abra el interruptor de cuchilla **C** y coloque el interruptor de ALIMENTACIÓN en **INTERNA**.
11. Consulte *Información de servicio MN225003S, Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de controles de reguladores de voltaje CL-7* para información en cuanto al control de reguladores de voltaje CL-7, incluyendo la puesta en servicio del control y su programación inicial.

Fijación de los interruptores limitadores manuales (físicos)

Consulte la sección **FABRICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO** **Indicador de posición y capacidad ADD-AMP™** del presente manual para una descripción completa de estas características.

Antes de fijar los interruptores limitadores manuales, compruebe que la configuración nueva no se encuentre en conflicto con la posición actual del cambiador de tomas; vea la Figura 12. No fije los interruptores en un valor inferior al de la posición indicada del cambiador de tomas. Por ejemplo, si la aguja principal se encuentra en la etapa 12 y se va a hacer un cambio de más o menos 10% (etapa 16) a más o menos 5% (etapa 8), accione el cambiador de tomas manualmente hasta la etapa 7 ó una menor. Después fije los interruptores limitadores para una regulación de más o menos 5%.

Fije los interruptores limitadores anticipando la desviación máxima del voltaje primario. Por ejemplo, en un circuito en el cual hay que mantener 7200 V, una regulación de más o menos 10% permitirá la regulación eficaz de voltajes entre 6480 V y 7920 V. Para los voltajes fuera de esta gama, el regulador no será capaz de retornar el voltaje al nivel preseleccionado (7200 V). Una regulación del cinco por ciento acomodaría voltajes de circuito de entre 6840 y 7560 V, manteniendo un nivel de 7200 V para todos los voltajes en esta gama.

Para fijar los interruptores limitadores, siga este procedimiento:

1. Desenganche el marco prisionero y abra la cubierta.

2. Levante la palanca de ajuste del interruptor limitador para liberarla de su tope y deslícela al nuevo valor de ajuste, permitiendo que la palanca se enganche en el tope correspondiente.



Figura 12. Indicador de posición.

Nota Si se han programado los límites ADD-AMP en el control (ADD-AMP lógico) y no se han fijado los interruptores limitadores, es posible fijar el cambiador de tomas manualmente más allá del límite de ADD-AMP. Si la unidad se conmuta al modo automático, el control avanzará el regulador para llevarlo dentro de los límites lógicos de ADD-AMP fijados en el control.

Puesta fuera de servicio

Determinación del punto muerto

Antes de poner el regulador fuera de servicio, colóquelo en punto muerto. Sólo cuando está en punto muerto se puede retirar el regulador de servicio sin interrumpir el suministro continuo a la carga. Se recomienda emplear por lo menos cuatro métodos para confirmar el punto muerto.

PELIGRO

Riesgo de explosión. Durante la conmutación en derivación, el regulador deberá estar en punto muerto. Antes de conmutar en derivación 1) Coloque el regulador en punto muerto; 2) Inhabilite el funcionamiento del cambiador de tomas durante la conmutación en derivación. Si el regulador se encuentra en una posición diferente, una parte del devanado en serie quedará en cortocircuito cuando se cierre el interruptor de derivación, lo cual causará una corriente elevada de circulación. El no cumplir con esta disposición causará la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.

ADVERTENCIA

Riesgo de explosión. Derive un regulador con corriente únicamente si el indicador de posición, la luz de punto muerto y la posición de toma del control indican que la unidad está en punto muerto y el voltaje medido entre las boquillas de fuente y de carga usando un voltímetro aprobado indica cero. Si las indicaciones de punto muerto no concuerdan, desconecte el suministro de la línea para evitar poner una parte del devanado en serie en cortocircuito y la corriente elevada de circulación que resultaría de ello. El no cumplir con esta disposición puede causar la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.

ADVERTENCIA

Riesgo de explosión. Siempre utilice el interruptor de FUNCIÓN DEL CONTROL (con posiciones AUTO/REMOTO, DESACTIVADA, MANUAL y ELEVAR o REDUCIR) para accionar el regulador y no el interruptor de alimentación. El no cumplir con esta disposición puede hacer que el cambiador de tomas se salga del punto muerto tan pronto como se conecte la alimentación, causando lesiones personales y daños al equipo.

ADVERTENCIA

Riesgo de explosión. Para detener el regulador en el punto muerto, coloque el interruptor de FUNCIÓN DEL CONTROL en DESACTIVADA durante la operación de conmutación de las posiciones 1R ó 1L al punto muerto. Al colocar el interruptor en DESACTIVADA antes de que se llegue al punto muerto se evita que se pase de posición. El no cumplir con esta disposición puede causar la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.

Retorno del regulador al punto muerto

1. Utilice el interruptor de **elevantar/reducir** para poner el regulador en punto muerto.
2. Cuando está en punto muerto, la luz de **punto muerto** se iluminará de modo continuo y brillante en el tablero

delantero del control y el indicador de posición señalará hacia cero o hacia N (punto muerto).

3. Verifique el punto muerto del regulador empleando estos cuatro métodos:
 - A. Verifique que la luz de punto muerto del control indique el punto muerto. El punto muerto se indica cuando la luz se ilumina continuamente y brillante.
 - B. Verifique que la posición de la toma en el control indique el punto muerto usando la llave Metering-PLUS™ o FC 12. Cuando está en punto muerto, éstos indicarán "0" (cero).
 - C. Verifique que el indicador de posición del regulador indique el punto muerto. El indicador debe apuntar directamente hacia arriba a cero o a N (punto muerto).
 - D. Utilice un voltímetro aprobado para verificar que no haya diferencia de voltaje entre las boquillas de fuente y de carga.

ADVERTENCIA

Riesgo de explosión. Después de haber colocado el regulador en punto muerto para conmutarlo en derivación, siempre inhabilite el motor para evitar que ocurra un cambio de toma durante la derivación, lo cual puede hacer que el cambiador de tomas se desplace del punto muerto. El no cumplir con esta disposición puede causar la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.

4. Una vez que el regulador ha sido puesto en punto muerto, pero antes de derivarlo, hay que tomar medidas de seguridad adicionales para asegurar que el cambiador de tomas no se cambie inesperadamente a una posición diferente al punto muerto. Esto se logra haciendo lo siguiente:
 - A. Coloque el interruptor de FUNCIÓN DEL CONTROL en la posición **DESACTIVADA**.
 - B. Saque el fusible del motor.
 - C. Coloque el interruptor de ALIMENTACIÓN del control en la posición **DESACTIVADA**.
 - D. Abra el interruptor de cuchilla **V1** (y el **V6** si existe) en el tablero trasero del control.

Desconexión de la alimentación del regulador

Una vez que se ha determinado que el regulador se encuentra en punto muerto y se han tomado los pasos para asegurar que el motor del cambiador de tomas ha sido inhabilitado, proceda de inmediato con los pasos siguientes:

1. Cierre el interruptor de derivación.
2. Abra el interruptor de desconexión de carga (L).
3. Abra el interruptor de desconexión de fuente (S).
4. Abra el interruptor de desconexión de fuente/carga (SL), si lo tiene.

Nota Si se usa un interruptor de derivación/desconexión del regulador en lugar de tres interruptores independientes, los pasos 1, 2 y 3 se efectúan en una sola operación.

Fabricación y funcionamiento

Los reguladores de voltaje Cooper Power serie VR-32 de Eaton han sido diseñados, fabricados y probados según la norma C57.15-2009™ de IEEE. Los reguladores son fabricados y estampados para un incremento de temperatura en los devandos de 55/65°C.

Los reguladores se suministran con aceite mineral tipo II de ANSI®, según la norma ASTM D-3487, y contienen menos de 1 parte por millón de policloruro de bifenilo (PCB) al momento de su fabricación, según se indica en la chapa de identificación. Se ofrece fluido Envirottemp™ FR3™ como alternativa.

Características estándar de reguladores con boquillas superiores

Boquillas aislantes. El nivel básico de aislamiento (BIL) nominal de las boquillas es compatible con el BIL del regulador, y todas las capacidades de 250 kVA o menos tienen boquillas con una distancia mínima de fuga de 460 mm (18 pulg). Las designaciones de las boquillas (S, L y SL) se marcan de modo permanente en la tapa del regulador, junto a las boquillas. Las boquillas S, L y SL pueden intercambiarse entre sí. En los reguladores con capacidad nominal de 1200 A o menos, cada boquilla incluye un espárrago roscado de 1,125 pulg-12 UNF-2A. En los reguladores con capacidad nominal de 1201 A o más, cada boquilla incluye un espárrago roscado de 1,5 pulg-12 UNF-2A. Los conectores no están incorporados a la boquilla. Para los bornes estándar consulte la Tabla 1. Los espárragos roscados y conectores de los bornes estándar

Tabla 1. Bornes estándar

Capacidad (A)	Bornes estándar
150 y menos	Conectores tipo pinza para conductores N° 6 a 250 MCM
151-668	Conectores tipo pinza para conductores N° 6 a 800 MCM
669-1200	1,125 pulg-12 UNF-2A con cuchilla de 4 agujeros
1201 y mayores	1,5 pulg-12 UNF-2A con cuchilla de 4 agujeros

están enchapados en bronce. Se ofrecen bornes tipo bayoneta con cuatro agujeros como alternativa para todas las capacidades de corriente.

Disipador en serie. Todos los reguladores se suministran con un supresor de derivación para servicio severo UltraSIL™ Evolution™ con carcasa de polímero conectado en paralelo con el devanado en serie. En las unidades con capacidad nominal menor que 22 kV, el disipador en serie tiene capacidad de 3 kV. En las unidades con capacidad nominal de 22 kV o más, el disipador en serie tiene capacidad de 6 kV.

Mirilla de nivel de fluido aislante. Una mirilla de fluido indica el color y nivel del fluido a una temperatura ambiente de 25°C.

Indicador de posición. Un indicador de posición externo y resistente a la corrosión indica la posición del cambiador de tomas. El indicador de posición fabricado de polímero está inclinado 45 grados hacia abajo para facilitar la lectura cuando el regulador se monta por encima del nivel del suelo.

Medios de montaje del disipador de sobretensión. Se suministran rebordes de montaje de acero inoxidable para la instalación de pararrayos adyacentes a las boquillas de fuente (S), carga (L) y fuente/carga (SL). Los rebordes se soldan

alrededor de toda su circunferencia.

Válvula de vaciado con dispositivo para muestras. Todos los reguladores tienen una válvula de vaciado de 25 mm (1 pulg) y una conexión de presión de filtro superior de 25 mm (1 pulg).

Cubierta de agujero de acceso. Un agujero de acceso de mano en la cubierta del regulador brinda acceso para fines de inspección y para acceder a los bornes empleados para reconectar el regulador para el funcionamiento a voltajes de sistema, como se muestra en las Tablas 8 y 9 (vea el Apéndice).

Montaje. Los reguladores con capacidad nominal de 250 kVA o menos tienen colgadores soldados. Los reguladores con capacidades de 167 kVA y más se suministran con una base adecuada para fijarlos a una plataforma o estructura elevadora. Todos los reguladores pueden fijarse a estructuras elevadoras.

Medios para puesta a tierra. Los reguladores sin base para subestación se suministran con dos rebordes de puesta a tierra soldados de acero inoxidable y de 1/2 pulg-13 UNC ubicados en puntos diagonalmente opuestos uno del otro. Los reguladores con base para subestación tienen dos contactos de puesta a tierra de acero inoxidable ubicados en puntos diagonalmente opuestos uno del otro. Cada contacto tiene dos puntos para puesta a tierra de acero inoxidable de 1/2 pulg-13 UNC. Todos los puntos de puesta a tierra se encuentran cerca de la base del regulador.

Chapas de identificación. Cada regulador tiene dos chapas de identificación grabadas por láser, una montada en la envuelta del control y la otra en el tanque del regulador. Las chapas de identificación tienen el código del fabricante y el número de serie en código de barras tipo "3 de 9" con una altura mínima de 6 mm (0,25 pulg).

Dispositivo de alivio de presión. Un dispositivo de alivio de presión se abre a aproximadamente 34 kPa (5 psig).

Tanque y cubierta. La fabricación hermética del tanque permite el funcionamiento con un aumento de 65°C por encima de la temperatura ambiente sin que aumente el ritmo de oxidación del fluido aislante.

Las partes externas del tanque y la envuelta del control se pintan de gris claro, según ANSI® 70 (Munsell 5BG7.0/0.4) y satisfacen los requisitos de cobertura y seguridad de las normas C57.12.28™-2005 y C57.12.31™-2010 de IEEE. Además, el interior del tanque y la parte inferior de la tapa están imprimados y/o pintados.

Una conexión eléctrica externa entre la cubierta y el tanque permite que el conjunto interno suspendido de la cubierta y el tanque se pongan a tierra juntos para eliminar las diferencias de voltaje cuando se conecta la energía.

Termómetro. Se hacen provisiones para la instalación de un termómetro de tanque como equipo estándar en todos los reguladores de voltaje con bases para subestación (unidades para 167 kVA o más).

Cable del control. Un cable de conductores múltiples con funda de neopreno para 600 V, -50°C a 105°C con enchufes en cada extremo forma la conexión entre los circuitos internos del regulador de voltaje y el control.

Transformador de corriente. Un dispositivo de cortocircuito de CT automático y de estado sólido protege al CT interno contra los voltajes excesivos debidos a la desconexión o rotura del cable de control cuando el regulador de voltaje tiene la alimentación conectada.

Indicador de posición y funciones de ADD-AMP

Los reguladores con capacidades menores que 668 A incluyen una función de ADD-AMP que permite aumentar la capacidad de conducción de corriente con gamas reducidas de regulación, como se muestra en la Tabla 2, pero sin exceder 668 A. El ajuste tipo ADD-AMP se encuentra dentro de la carátula del indicador de posición para evitar el movimiento accidental del mecanismo de ajuste. Además, la función de control lógico ADD-AMP permite efectuar el ajuste por medio del teclado de control o del software de conexión. Se proporciona una función opcional de ADD-AMP con capacidad máxima de 875 A para reguladores con capacidades nominales de 438–668 A.

Tabla 2. Ajustes de ADD-AMP

Regulación (%)	Corriente (%)
10,0	100
8,55	110
5,5	120
6,25	135
5,0	160

El indicador de posición (vea las Figuras 2 y 12) se monta en la caja de empalmes en la cubierta del regulador y se conecta directamente al cambiador de tomas por medio de un eje impulsor flexible que pasa por la caja de empalmes y la tarjeta de bornes por medio de un prensaestopas sellador.

La superficie del indicador está graduada en etapas. Las agujas muestran las posiciones máxima y mínima obtenidas durante las operaciones de elevar y reducir. Las agujas se reajustan automáticamente alrededor de la aguja principal por medio de accionar el interruptor de reposición del indicador ubicado en el tablero delantero del control.

Cuando la energía fluye en sentido directo, la aguja principal del indicador de posición señala hacia la derecha del punto muerto, cuando el regulador está elevando el nivel. Cuando la energía fluye en sentido inverso, la aguja principal señala hacia la izquierda del punto muerto, cuando el regulador está elevando el nivel.

Los interruptores limitadores del indicador de posición pueden ajustarse para limitar las posiciones máxima y mínima de las tomas con ajustes posibles de elevar o reducir de 8, 10, 12, 14 ó 16. Estos límites corresponden a los niveles de porcentaje de regulación de 5, 6-1/4, 7-1/2, 8-3/4 y 10%. Las cinco capacidades posibles de corriente de carga correspondientes a las gamas de regulación reducida se resumen en las Tablas 10 y 11 (vea el Apéndice). Las gamas más altas de regulación se obtienen en sistemas que emplean la configuración de delta cerrada. Cuando se usan los interruptores limitadores, un tope en cada posición permite efectuar ajustes bien determinados. No se recomiendan ajustes en posiciones sin topes. Los límites de elevación y de reducción no necesariamente tienen que ser iguales, a menos que sea posible transmitir potencia en sentido inverso. El regulador permanecerá dentro de los límites de ADD-AMP fijados por el control o por el indicador de posición, según el límite que exija un porcentaje menor de regulación.

Nota Si se han programado los límites lógicos de ADD-AMP en el control y no se han fijado los interruptores limitadores de posición, es posible mover el cambiador de tomas manualmente más allá de estos límites. Si la unidad se conmuta al modo automático, el control avanzará el regulador para llevarlo dentro de los límites lógicos de ADD-AMP fijados en el control.

Protección contra sobrevoltaje

Disipador en serie

Todos los reguladores VR-32 están provistos de un disipador de derivación conectado en paralelo con el devanado en serie, entre las boquillas de fuente (S) y de carga (L). Este disipador limita el voltaje que se desarrolla en el devanado en serie en caso de relámpagos, sobrevoltajes por conmutación y fallas en la línea. El disipador de sobrevoltaje en serie puede verse en la Figura 2. Un disipador de sobrevoltaje en serie tipo MOV para servicio severo de 3 kV protege el devanado en serie de todos los reguladores, salvo los de 22 000 V o más de capacidad, los cuales tienen un disipador de sobrevoltaje en serie tipo MOV de 6 kV.

Disipadores en paralelo

Se recomienda usar un disipador en paralelo como accesorio en el regulador VR-32 para proteger el devanado en paralelo. El disipador en paralelo se conecta directamente entre la boquilla y el conductor de puesta a tierra y se monta en el tanque. Se recomienda instalar disipadores en todas las boquillas sin conexión a tierra.

Para los mejores resultados, coloque estos disipadores en las bases de montaje provistas en el tanque, cerca de la boquilla. Conecte el disipador y tanque del regulador a un mismo punto de puesta a tierra, usando el cable más corto posible. Los datos de uso del disipador en paralelo se relacionan en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos de aplicación de disipadores de sobrevoltaje en paralelo típicos*

Capacidad de voltaje del regulador	Capacidades recomendadas del disipador en paralelo tipo MOV (kV)	Capacidad de voltaje del regulador	Capacidades recomendadas del disipador en paralelo tipo MOV (kV)
2500	3	14400	18
5000	6	15000	21
6600	9	19920	25
5620	10	22000	25
8660	12	33000	36
11000	15	34500	36
13800	18		

* Comuníquese con la fábrica para las capacidades de disipadores de sobrevoltaje en paralelo específicos.

Fabricación interna y alambrado

Los reguladores se diseñan de modo tal que es posible retirarlos total o parcialmente de su tanque para fines de inspección y mantenimiento sin necesidad de desconectar ninguna de sus conexiones internas eléctricas o mecánicas. Es necesario desconectar las conexiones externas. Los reguladores provistos de conectores circulares de conexión rápida tipo especificación militar también están provistos de un dispositivo de cortocircuito del transformador de corriente, de estado sólido y automático, que está ubicado en la caja de control.

El mecanismo cambiador de tomas Quik-Drive está completamente sumergido en aceite. El cambiador de tomas, en su posición manual, cambia de -16L a +16R en menos de 10 segundos.

Consulte la sección **Cambiadores de tomas Quik-Drive** de este manual para más información.

El circuito del interruptor de retención forma un circuito de realimentación eléctrica que supervisa la corriente del motor. Está incorporado con el circuito del motor del cambiador de tomas para asegurar una indicación precisa de la posición de la toma y de la cuenta de operaciones.

La bobina principal del regulador, el reactor y el transformador de voltaje incluyen aislamiento térmico mejorado que permite que la unidad funcione con un aumento de 65°C por encima de la temperatura ambiente sin perjudicar la vida útil del sistema aislante. Con un aumento de 65°C sobre la temperatura ambiente, el regulador suministra 12% de corriente adicional sobre la capacidad básica a 55°C.

Se emplea un papel aislante revestido de material epóxico con patrón adecuado en todos los devanados. Antes del armado del núcleo principal y la bobina, los devanados se hornean con una presión mecánica adecuada aplicada a los lados del devanado para formar una unión completa del aislamiento con el fin de mejorar su capacidad de tolerancia de corriente de cortocircuito.

Los conjuntos de núcleo principal y bobina tienen una configuración de concha. El devanado en serie del lado de entrada (fuente) del regulador (Figura 13) permite ubicar todos los devanados (control, en paralelo y en serie) en un solo conjunto de bobina. El voltaje de carga se supervisa por medio del devanado de control.

Los reguladores que tienen el devanado en serie en el lado de salida (carga) (Figura 14) tienen un transformador de voltaje independiente instalado en el lado de carga, en lugar de un devanado de control.

El devanado de control, o el transformador de voltaje (PT) independiente, suministra un voltaje para el motor del cambiador de tomas y para el circuito detector del control. El PT cuenta con tomas adicionales para obtener voltajes de línea distintos al voltaje nominal.

La mayoría de los reguladores, dependiendo de su capacidad, tienen un devanado de compensación. Este devanado mejora la vida útil de los contactos en situaciones con niveles elevados de corriente.

La Figura 15 muestra un circuito de regulador típico que tiene un transformador en serie. Este diseño se emplea cuando la corriente de carga nominal excede la capacidad del cambiador de tomas. En este tipo de diseño, las pérdidas del devanado del transformador en serie son función de la carga solamente y son independientes de la posición de la toma. Debido a ello, si se limita la gama de regulación del voltaje no se reducen las pérdidas y, por lo tanto, no se puede utilizar la función ADD-AMP.

El reactor de puente tiene diseño de núcleo, compuesto de una bobina en cada pata de un núcleo. La mitad interior de una bobina se conecta a la mitad exterior de la otra bobina y viceversa, suministrándose así corrientes iguales a cada mitad del devanado del reactor.

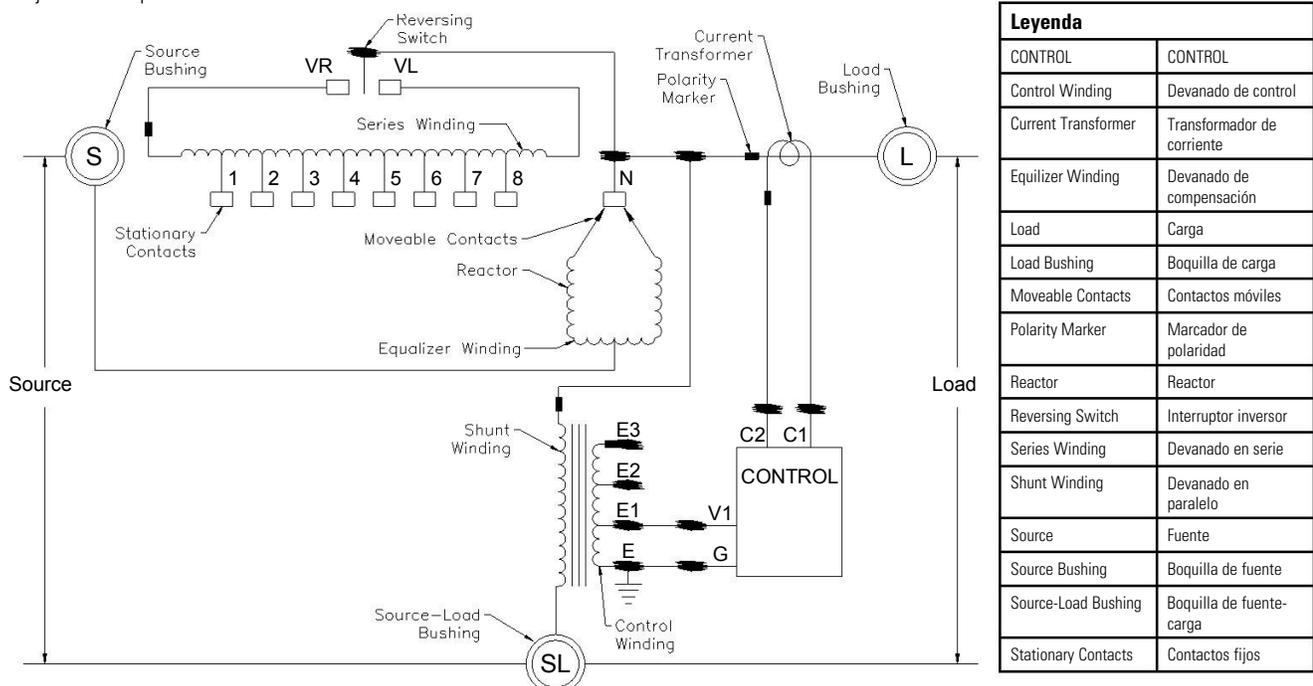


Figura 13. Circuito de alimentación — devanado en serie ubicado en lado de fuente, tipo B de ANSI®.

Este entrelazado de las dos bobinas reduce la reactancia espuria entre devanados a un valor sumamente bajo. El reactor se encuentra completamente aislado de la puesta a tierra por medio de separadores aislantes, puesto que la bobina del reactor se encuentra al nivel del voltaje de línea por encima de tierra. El núcleo del reactor, sus abrazaderas y otras piezas relacionadas se aproximan a este nivel.

El transformador de corriente es un toroide a través del cual fluye la corriente de carga. Suministra una corriente proporcional a la corriente de carga para las funciones de compensador de línea y medición.

El cambiador de tomas permite al regulador proporcionar regulación en etapas uniformes y proporcionales con precisión, a una velocidad controlada que reduce la formación de arcos y prolonga la vida útil de los contactos. Las Figuras 26 y 27 (vea el Apéndice) ilustran las disposiciones típicas del alambrado interno. La mayor parte del alambrado se encuentra en el cambiador de tomas en sí. Los receptáculos Molex® que están enchufados en la caja de empalmes de la cubierta conectan el alambrado interno del tanque al indicador de posición y al control. El alambrado de la caja de empalmes se ilustra en la Figura 28 (vea el Apéndice). Las conexiones de la tarjeta de bornes en la caja de empalmes utilizan conectores Molex® tipo automovilístico. Se muestra un diagrama de alambrado de la caja de empalmes antigua en la Figura 29.

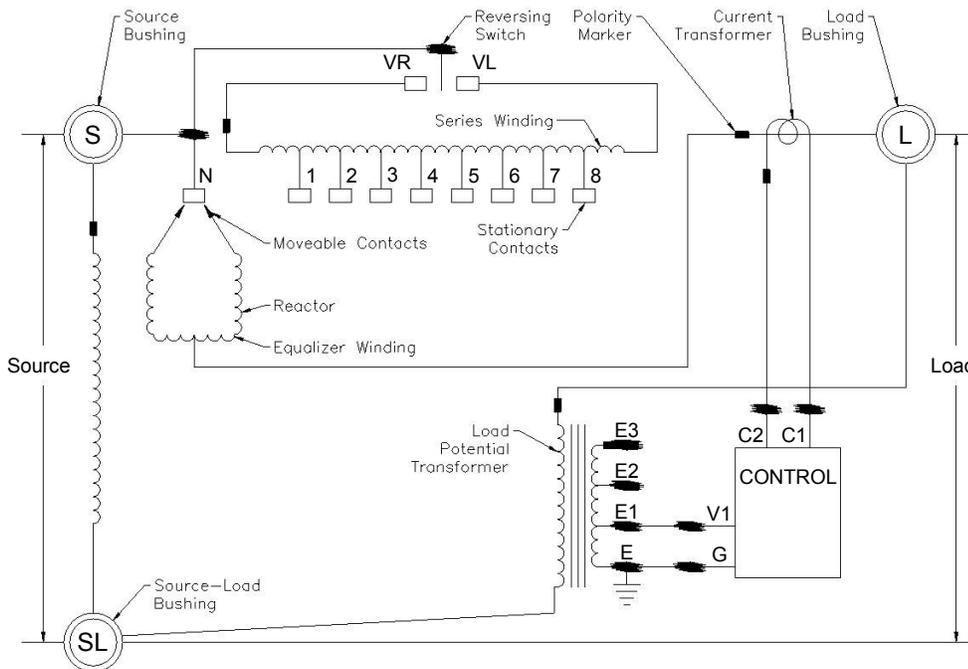
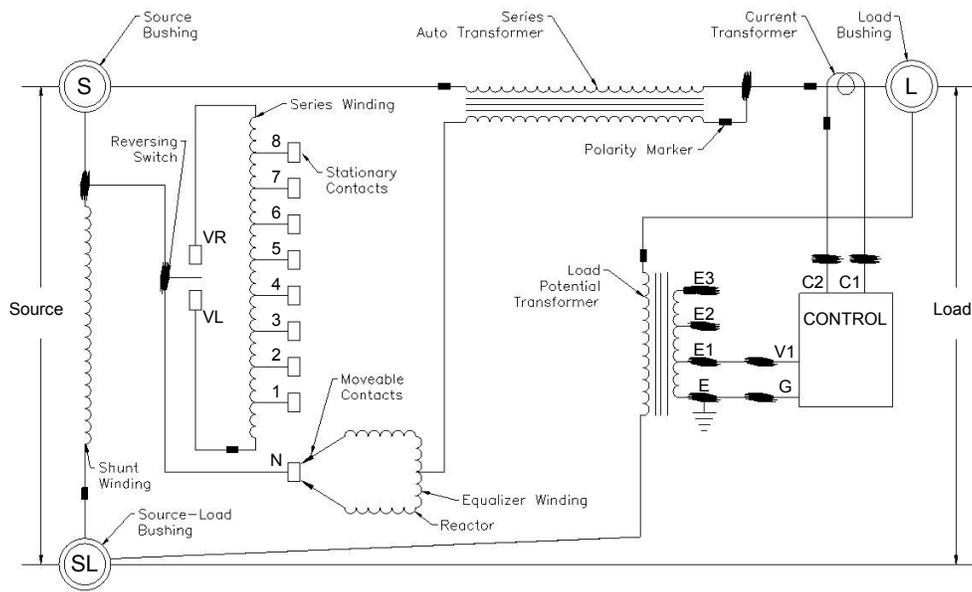


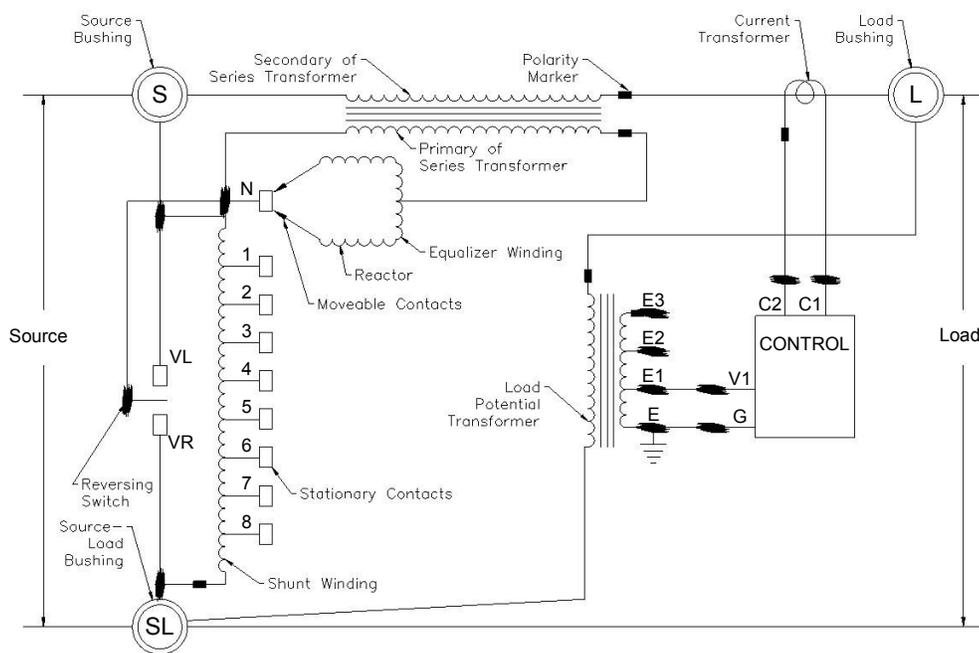
Figura 14. Circuito de alimentación — devanado en serie ubicado en lado de carga, tipo A de ANSI®.

Legenda	
CONTROL	CONTROL
Control Winding	Devanado de control
Current Transformer	Transformador de corriente
Equalizer Winding	Devanado de compensación
Load	Carga
Load Bushing	Boquilla de carga
Load Potential Transformer	Transformador de voltaje de carga
Moveable Contacts	Contactos móviles
Polarity Marker	Marcador de polaridad
Reactor	Reactor
Reversing Switch	Interruptor inversor
Series Winding	Devanado en serie
Shunt Winding	Devanado en paralelo
Source	Fuente
Source Bushing	Boquilla de fuente
Source-Load Bushing	Boquilla de fuente-carga
Stationary Contacts	Contactos fijos



Leyenda	
CONTROL	CONTROL
Control Winding	Devanado de control
Current Transformer	Transformador de corriente
Equalizer Winding	Devanado de compensación
Load	Carga
Load Bushing	Boquilla de carga
Load Potential Transformer	Transformador de voltaje de carga
Moveable Contacts	Contactos móviles
Polarity Marker	Marcador de polaridad
Reactor	Reactor
Reversing Switch	Interruptor inversor
Series Auto Transformer	Autotransformador en serie
Series Winding	Devanado en serie
Shunt Winding	Devanado en paralelo
Source	Fuente
Source Bushing	Boquilla de fuente
Source-Load Bushing	Boquilla de fuente-carga
Stationary Contacts	Contactos fijos

Figura 15. Circuito de alimentación – autotransformador en serie tipo AX (características similares al tipo A).



Leyenda	
CONTROL	CONTROL
Current Transformer	Transformador de corriente
Equalizer Winding	Devanado de compensación
Load	Carga
Load Bushing	Boquilla de carga
Load Potential Transformer	Transformador de voltaje de carga
Moveable Contacts	Contactos móviles
Polarity Marker	Marcador de polaridad
Primary of Series Transformer	Primario del transformador en serie
Reactor	Reactor
Reversing Switch	Interruptor inversor
Secondary of Series Transformer	Secundario del transformador en serie
Shunt Winding	Devanado en paralelo
Source	Fuente
Source Bushing	Boquilla de fuente
Source-Load Bushing	Boquilla de fuente-carga
Stationary Contacts	Contactos fijos

Figura 16. Circuito de alimentación – transformador en serie tipo TX.

Circuitos de voltaje

Los reguladores VR-32 tienen provisiones para funcionar con voltajes de sistema diferentes de la capacidad indicada en la chapa de identificación, según se indica en las Tablas 8 y 9 (vea el Apéndice). Esto se logra por medio de proporcionar tomas de derivación en el devanado de control o en el transformador de potencia (PT). Las tomas se conectan con una tarjeta de bornes ubicada en la parte superior del cambiador de tomas, debajo del fluido aislante, y se designan **E1**, **E2** o **E3**. (Consulte la Figura 17). Las conexiones se efectúan por medio de bornes de empuje y se acceden fácilmente a través del agujero de acceso. Si es necesario utilizar un transformador de voltaje adicional para una situación con flujo inverso de energía, o se requiere indicación del suministro de voltaje no regulado, las tomas "P" se encuentran ya sea en un transformador de voltaje aparte o en la tarjeta de bornes del cambiador de tomas.

El PT no siempre provee un medio de ajuste del voltaje que sea suficientemente fino para uso del control o del motor. Se emplea un autotransformador con toma para efectuar el ajuste fino del voltaje. Este transformador, conocido como el transformador de corrección de relación (**RCT**) tiene tomas de entrada de 104, 110, 115, 120, 127 y 133 V. La toma de salida para el control y el motor se fija en 120 V. El **RCT** se encuentra ubicado en el tablero trasero del control (vea las Figuras 11 y 12).

Para utilizar un regulador con un voltaje de sistema diferente del nominal, es necesario efectuar una selección adecuada de las tomas del PT y del **RCT** y el control debe tener programación adecuada en el código de función (FC) 43 (voltaje de línea), FC44 (relación general de PT) y FC44↓ (relación interna del PT). La chapa de identificación proporciona los ajustes para voltajes de sistema empleados comúnmente (vea las Figuras 8 y 9).

El suministro de voltaje interno es llevado de la tarjeta de bornes del cambiador de tomas a la tarjeta de bornes de la caja de empalmes a través del cable de control, dentro de la envuelta, y termina en el interruptor tipo cuchilla rotulado **V1** (y **V2** y **V6**, si los tiene). Al abrir este interruptor tipo cuchilla se

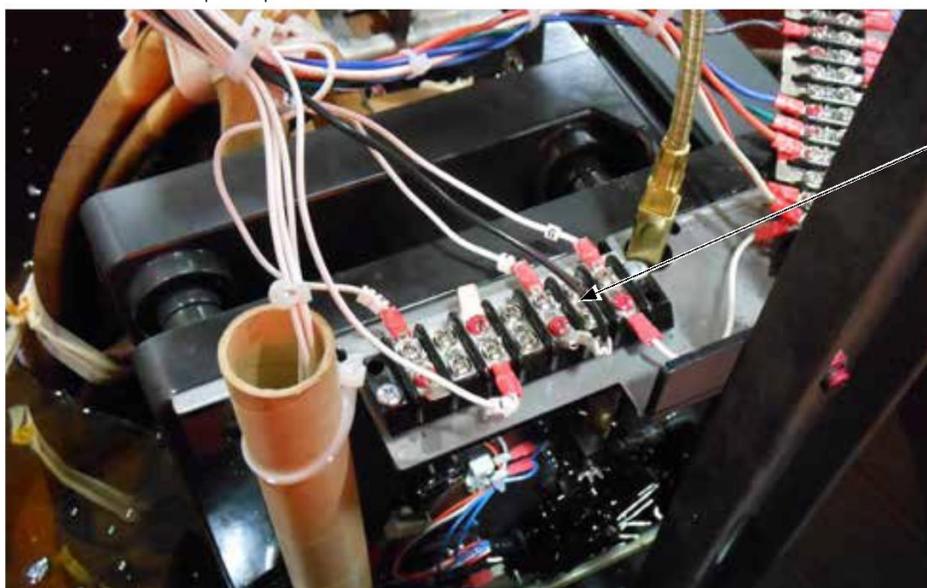
proporciona medio visible de desconectar toda la alimentación de los circuitos del control y del motor. Partiendo del interruptor tipo cuchilla, la relación del voltaje es corregida por el **RCT**, según lo descrito previamente.

La mayoría de los reguladores de voltaje se instalan en circuitos con un flujo de energía bien definido desde la fuente hasta la carga. Sin embargo, algunos circuitos tienen interconexiones o bucles en los cuales el sentido de flujo de la energía a través del regulador podría cambiar. Para el rendimiento óptimo del sistema de suministro, un regulador instalado en tal tipo de circuito deberá tener la capacidad de detectar el flujo inverso de la energía y de detectar y controlar el voltaje, sin importar el sentido de flujo de la energía. El control CL-7 tiene funciones plenas de control de potencia inversa.

Consulte *Información de servicio MN225003S, Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de controles de reguladores de voltaje CL-7* para información en cuanto al control CL-7, el funcionamiento con potencia inversa y el cálculo del voltaje del lado de la fuente.

En el tablero delantero, los tres potenciales (**VS**, el voltaje de detección; **V7**, el voltaje diferencial; **VM**, el voltaje del motor) son llevados directamente al interruptor de alimentación. Sin una fuente opcional en el lado de la fuente, el borne de **V7** se conecta al borne **VS** del tablero trasero del control y el software del control reconoce que el voltaje de V7 no se encuentra presente.

El interruptor de alimentación tiene tres posiciones: INTERNA, DESACTIVADA y EXTERNA. La posición interna suministra alimentación al control y al motor desde el devanado de detección del regulador y la posición externa permite utilizar una fuente externa con ese mismo propósito. Cuando el interruptor de alimentación se encuentra en la posición externa, la fuente interna se desconecta para evitar la conexión accidental de la alimentación al devanado de alto voltaje y las boquillas. Los bornes de fuente externa están ubicados en un punto prominente, junto a los bornes de prueba con voltímetro.



Tomas E

Figura 17. Bornes de toma de PT en cambiador de tomas QD3.

Los bornes del voltímetro permiten supervisar el voltaje aplicado al control. Éste es el voltaje de salida de **RCT** y el voltaje que se indica en el código de función FC47 (calibración de voltaje). Cuando la energía fluye en sentido directo, el voltaje de estos bornes es el voltaje de salida. Cuando la energía fluye en sentido inverso, el voltaje de estos bornes es el voltaje de fuente.

Desde el fusible de 6 A, el potencial del motor suministra alimentación a los circuitos del interruptor de FUNCIÓN DEL CONTROL, del solenoide de reajuste del indicador de posición, de la luz de punto muerto y del interruptor de retención (fuente alternativa para el motor).

⚠ ADVERTENCIA

Riesgo de electrocución. Si se aplica voltaje a los bornes del voltímetro en el control del regulador de voltaje, éste podría realimentarse al transformador del regulador de voltaje y entregar un voltaje elevado a las boquillas. Cuando se le aplica alimentación externa al control del regulador de voltaje, asegúrese de abrir los interruptores V del tablero trasero, aplicar alimentación únicamente a los bornes de fuente externa y mover el interruptor de ALIMENTACIÓN a EXTERNA.

Circuito de corriente

Todos los reguladores de voltaje VR-32 han sido diseñados con un transformador de corriente (CT) interno (vea la Figura 18) que sirve como fuente de corriente para los cálculos de compensación de pérdidas en línea y para las funciones de medición. La Tabla 4 proporciona la información de uso de los diversos CT empleados en los reguladores de Eaton. Estos CT



Figura 18. Transformador de corriente montado en bujes internos.

suministran una corriente de 200 mA como corriente nominal del primario del CT.

La corriente que suministra el CT es llevada por el cable de control y pasa por la caja de empalmes hacia la caja de control, y termina en el interruptor de cuchilla rotulado **C**. Cuando se cierra el interruptor tipo cuchilla, se tiene un medio visible de poner el CT en cortocircuito, para permitir que el operador intervenga de manera segura en los circuitos de corriente. Como medidas de seguridad adicionales, también se deben abrir los interruptores tipo cuchilla **V1** y **V6**. En todos los reguladores provistos del conector de desconexión rápida (Figura 1), hay un dispositivo automático y de estado sólido de puesta en cortocircuito del CT ubicado en la caja de empalmes. Este dispositivo de estado sólido automáticamente pone el CT en cortocircuito cuando se desconecta el cable. En este interruptor tipo cuchilla, un lado del CT se conecta al punto de puesta a tierra del equipo y también se envía al tablero delantero, terminando en la tarjeta de circuitos. El lado "alto" del circuito de corriente se lleva a la tarjeta de bornes superior por medio de dos puentes retirables y luego al tablero delantero para conectarlo a la tarjeta de circuitos. Una vez que esta señal de corriente es entregada a la tarjeta de circuitos, es transformada en una señal de voltaje y convertida en formato digital para procesarla.

Tabla 4. Uso de transformadores de corriente (50 y 60 Hz)

Capacidad de corriente del regulador	Corriente en primario del CT
50	50
55	55
100	100
150	150
165, 200	200
219, 231, 250	250
289, 300	300
328, 334, 345, 400	400
418, 438, 463, 500, 502	500
548, 558, 604, 656, 668	600
833, 855, 1000, 1093	1000
1332, 1503, 1665	1600
2800	3000

Circuito del motor

La alimentación del circuito del motor se lleva del fusible de 6 A a la tarjeta de circuitos a través de un conjunto de diodos conectados uno tras otro hacia el interruptor de FUNCIÓN DEL CONTROL. Cuando este interruptor se fija en la posición de funcionamiento automático, se envía alimentación del motor a los relés. Cuando un relé se cierra de modo adecuado, esta alimentación se aplica al motor del cambiador de tomas, pasando primero por los contactos del interruptor limitador del indicador de posición. Cuando el interruptor se coloca en la posición de funcionamiento manual, la alimentación se transfiere al interruptor de contacto momentáneo de **ELEVAR/REDUCIR**. Al accionar este interruptor en uno u otro sentido, se conecta la alimentación a través de los contactos del interruptor limitador directamente al motor del cambiador de tomas, derivando por completo la tarjeta de circuitos del control. Esto permite el funcionamiento del cambiador de tomas en la mayoría de las circunstancias, aun si no es posible suministrar alimentación plena al control.

También se incluye como parte del circuito del motor una alimentación alternativa del motor que se denomina el circuito del interruptor de retención. En el cambiador de tomas se encuentran interruptores que son accionados por el mecanismo de cambio de tomas. La rotación del motor hace que un interruptor se cierre (en uno u otro sentido) y completa un circuito para la corriente del motor hasta que se complete la rotación y la leva se salga. Mientras el interruptor de retención está cerrado, la corriente del motor se supervisa por medio de una entrada en la tarjeta de circuitos que permite que el control detecte que un cambio de toma se encuentra en marcha. El microprocesador utiliza esta información en su algoritmo de decisiones, según lo descrito en **Modos de funcionamiento del control** en *Información de servicio MN225003S (225-70-1), Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de controles de reguladores de voltaje C-7*.

Dos circuitos adicionales que comparten la fuente de 6 A del motor son el de reajuste del indicador de posición y el de la luz de punto muerto. La función de reajuste del indicador de posición se logra sencillamente accionando un interruptor de membrana de contacto momentáneo que suministra alimentación al solenoide de reposición del indicador de posición. La luz de punto muerto se activa por medio del interruptor de punto muerto, ubicado en el cambiador de tomas, que se cierra cuando el cambiador se encuentra en la toma de punto muerto.

Cambiadores de tomas Quik-Drive

Eaton ofrece tres modelos de cambiadores de tomas Quik-Drive (vea las Figuras 19 a la 21). Cada dispositivo tiene una capacidad específica de corriente y voltaje, y los diferentes modelos comparten muchas similitudes en su fabricación. Los beneficios principales de los cambiadores de tomas Quik-Drive son: motor de mando directo para mayor sencillez y confiabilidad, selección rápida de tomas para facilitar el mantenimiento, y vida mecánica demostrada (un millón de operaciones). Los cambiadores de tomas Quik-Drive ofrecen satisfacción las normas del IEEE y del IEC en cuanto a rendimiento mecánico, eléctrico y térmico.

Características comunes de cambiadores de tomas Quik-Drive

- Interruptor de luz de punto muerto – Un interruptor que se cierra por la acción del interruptor de inversión o del contacto principal para indicarle al control que el cambiador de tomas se encuentra en el punto muerto.
- Interruptor de retención – Un interruptor de retención común impulsado por una leva con piñón sella la potencia del motor durante un cambio de tomas hasta que se finalice esa operación.
- Mando del indicador de posición – Un mecanismo común de alineación que se comparte entre los modelos de cambiadores de tomas para mover el indicador de posición.
- Interruptores de seguridad – Además de los interruptores limitadores del indicador de posición, se emplean microinterruptores en los cambiadores de tomas que interrumpen el suministro de alimentación al motor, de modo que no sea posible moverlo más allá de la posición 16 de elevación o 16 de reducción. Estos interruptores de seguridad son accionados por una leva impulsada por el conjunto del contacto principal.
- Interruptores lógicos (interruptores de retirada) – Los interruptores lógicos se utilizan en paralelo con los interruptores de seguridad, según la polaridad del interruptor de inversión, para asegurar el funcionamiento correcto del cambiador de tomas.

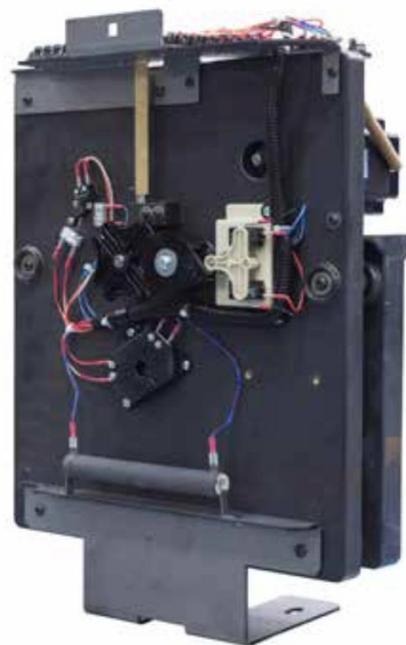


Figura 19. Cambiador de tomas Quik-Drive QD3.

Mecanismo de cambiador de tomas Quik-Drive

El control inicia un cambio de tomas. Luego de cierta distancia de rotación del engranaje impulsor conectado al motor, un interruptor de retención activa al motor por medio de un circuito separado hasta que se complete la función de alineación. Esta alineación sucede con mucha rapidez. El tiempo total transcurrido para completarse esta acción es de aproximadamente 250 ms desde el momento en el cual el control emite la señal de alineación. Cada vuelta completa del engranaje impulsor Geneva gira el conjunto de mando de Geneva/contacto principal una posición de toma, la cual equivale a 20 grados.

Interruptor inversor

El interruptor inversor cambia la polaridad del devanado con tomas. Cuando el cambiador de tomas Quik-Drive se encuentra en punto muerto, el interruptor inversor está abierto.

El movimiento del interruptor inversor en el cambiador de tomas Quik-Drive sucede cuando los contactos móviles principales entran o salen del punto muerto. El conjunto del contacto principal conecta el interruptor inversor ya sea directamente o por medio de un varillaje cuando el interruptor principal está en el punto muerto. La primera etapa de cambio de toma en cualquier sentido gira el interruptor inversor para conectar los contactos apropiados.

Además, el conjunto del contacto principal, o su mando, y el brazo del interruptor inversor proporcionan un tope mecánico ubicado a 320° de ambos lados de punto muerto, de manera que los cambiadores de tomas no puedan ser movidos más allá de la posición 16 de elevación ó 16 de reducción.

Sistemas de mando de motores de Quik-Drive

Se usa ya sea un motor síncrono de corriente alterna (CA) o un motor de inducción para mover los cambiadores de tomas Quik-Drive. Los motores usan un circuito con interruptores de retención que es activado por una leva de piñón que cierra los interruptores de retención cuando el motor empieza a girar. El interruptor de retención se conecta por el tiempo que los contactos móviles se encuentran en movimiento para asegurar que se complete el ciclo de cambio de toma. Debido a diferencias en la velocidad de giro y características de frenado, el motor de CA síncrono utiliza una leva que produce una duración diferente a la del motor de inducción para activar el interruptor de retención. La leva del motor de CA síncrono se activa por 270° de su rotación, mientras que la del motor de inducción se activa por 105° de su rotación.

El motor de CA síncrono utiliza una red de desplazamiento de fase, compuesta por un condensador y una resistencia, para permitirle funcionar de modo correcto cuando recibe alimentación de una fuente monofásica. Este motor tiene un rotor con imán permanente que amortigua la inercia del sistema una vez que se interrumpe la alimentación del motor; por lo tanto, no requiere de mecanismo de frenado. El motor de CA síncrono emplea un condensador de 12 μ F para sistemas de 60 Hz y uno de 15 μ F para sistemas de 50 Hz.

Los motores de inducción emplean un condensador de desplazamiento de fase y requieren un freno de fricción para detener el motor entre cambios de tomas. Los frenos emplean varios medios para interrumpir la acción de frenado mientras los contactos móviles se encuentran en movimiento, para que

todo el par entregado por el motor se utilice para completar el cambio de la toma. Los motores de inducción utilizan un condensador de 50 μ F en los sistemas de 50 y de 60 Hz.



Figura 20. Cambiador de tomas Quik-Drive QD5.



Figura 21. Cambiador de tomas Quik-Drive QD8.

Contactos

La variedad de estructuras de los contactos satisface varias condiciones de conexiones. Se dividen según si forman arco o no.

Los contactos que no forman arco se componen de anillos colectores delanteros y traseros que sirven de puntos de conexión para los extremos opuestos de los devanados del reactor y un extremo de los dos contactos móviles principales. Todas las superficies de los contactos se fabrican de cobre electrolítico (ETP) y todas las juntas se fijan con remaches, pernos o soldadura para mantener una trayectoria de alta conductividad para la corriente. La presión del contacto entre los puntos móviles se mantiene por medio de resortes de compresión de acero colocados uno frente al otro. Hay varios tipos de contactos con arco eléctrico en el cambiador de tomas de un regulador. Pueden dividirse en dos categorías: principales e inversores.

- Los contactos fijos principales se conectan a las tomas del devanado en serie. Los contactos móviles principales conectan los anillos colectores a los contactos fijos principales.
- Los contactos fijos inversores se conectan a extremos opuestos del devanado en serie. Los contactos móviles inversores conectan los contactos fijos neutros a los contactos fijos inversores.

Los cuerpos de todos los contactos fijos se fabrican de cobre electrolítico (ETP). Insertos de cobre-tungsteno se soldan a los bordes de los contactos fijos ya que éstos están expuestos a daños por impactos o por los arcos. Los contactos móviles principales se fabrican de cobre-tungsteno. Los contactos móviles están divididos para hacer la conexión en ambos lados de los contactos fijos. Esta división resiste la separación en caso de producirse sobrecorrientes transitorias.

El cuerpo del contacto fijo del cambiador de tomas se fabrica de cobre. Los contactos móviles inversores tienen la misma fabricación que el contacto móvil principal.

La erosión de los contactos es función de muchas variables, tales como parámetros del sistema, voltajes regulados y sin regular, corrientes de línea, factor de potencia, armónicas de voltaje y corriente, y los diseños del reactor, del núcleo principal y de la bobina.

Se deben reemplazar los contactos fijos antes de que los insertos contra arcos se hayan desgastado hasta el punto de producirse quemaduras en el cobre. Reemplace los contactos móviles cuando les restan aproximadamente 1/8 pulg de superficie lisa.

Secuencia de operaciones

Cuando el cambiador de tomas se encuentra en punto muerto y el control solicita un cambio de toma, suceden los eventos que se detallan a continuación.

1. El motor se activa y el rotor empieza a moverse.
2. El motor impulsa al mando Geneva.
3. El pasador y rodillo del engranaje impulsor Geneva entran en una ranura del conjunto de mando Geneva/contacto principal y este conjunto empieza a moverse.
4. El interruptor de retención se cierra para asegurar que el cambio de toma se complete. El control abre el circuito inicial. El motor se activa únicamente por medio del interruptor de retención.
5. El interruptor inversor del conjunto de mando principal Geneva/contacto empieza a mover el brazo del interruptor inversor.
6. Uno de los dos contactos móviles principales se desliza para desconectarse del contacto fijo de punto muerto e interrumpe el circuito a través de ese ramal.
7. El brazo del interruptor inversor gira, lo cual hace que los contactos del interruptor inversor giren. De esa manera se establece un puente entre el contacto de punto muerto y un contacto fijo conectado a un extremo del devanado en serie. No se producen arcos entre los contactos del interruptor inversor. Cuando el brazo inversor gira, se acciona un interruptor lógico.
8. Los contactos principales se desplazan a un lado y sobre el contacto fijo número uno, formando un puente entre el contacto **N** y el contacto **1** a través del reactor.
9. El pasador del engranaje impulsor Geneva sale de la ranura del conjunto de mando principal Geneva/contacto. El conjunto de mando principal Geneva/contacto deja de moverse y su rotación queda bloqueada.
10. El interruptor de retención se abre y se desconecta la alimentación del motor.
11. El rotor magnético del motor de CA síncrono o del freno empleado con el motor de CA de inducción detiene el engranaje Geneva en el punto medio su carrera.
12. El tiempo transcurrido entre el paso 1 y el paso 11 es de aproximadamente 250 ms.
13. Si el control emite otra señal para alinear la unidad en el mismo sentido, se repite la misma secuencia, salvo que el interruptor inversor no se acciona. El interruptor inversor no se mueve hasta que el cambiador de tomas se invierta y avance en sentido opuesto hacia el punto muerto.
14. Si el cambiador de tomas está cambiando de la posición 15 a la posición 16, se acciona un interruptor limitador normalmente cerrado que está conectado en paralelo con el interruptor lógico. Tanto el interruptor limitador como el interruptor lógico se abren, de manera que el control no pueda hacer un cambio de toma más allá de la posición 16.

Mantenimiento

Inspecciones periódicas

Los reguladores de voltaje de etapa están diseñados para brindar muchos años de funcionamiento libre de problemas. La vida útil de un regulador se ve afectada por el uso que se le da y se recomienda llevar a cabo inspecciones periódicas. Los programas de mantenimiento e inspección variarán y pueden diferir para un mismo diseño de regulador de voltaje según las condiciones y la carga del sistema. El mejor factor para anticipar los requisitos de mantenimiento es la experiencia.

Si se desconocen los requisitos de mantenimiento previos, efectúe una inspección inicial de los contactos del cambiador de tomas y otros componentes mecánicos después de 4 años o de 100 000 operaciones en el caso de una unidad que lleva una carga superior al 50% de la corriente nominal. En el caso de unidades que tienen cargas inferiores al 50%, la inspección inicial deberá efectuarse al cumplir 10 años de servicio o 200 000 operaciones.

Otro indicador útil de la necesidad de inspección y mantenimiento es la función de monitor de ciclo de trabajo (DCM) del control. Consulte la *Información de servicio MN225003S, Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de controles de voltaje CL-7* para información en cuanto a la función del DCM. El DCM funciona correctamente únicamente cuando el cambiador de tomas Quik-Drive se usa junto con un control CL-6 o posterior y el control ha sido programado con el número de especificación de diseño correcto.

Revisión funcional

El funcionamiento adecuado del regulador puede verificarse sin tener que poner la unidad fuera de servicio. Para llevar a cabo la revisión funcional:

1. Coloque el interruptor de FUNCIÓN DE CONTROL en LOCAL/MANUAL.
2. Accione el regulador varias etapas en sentido de elevar hasta que el LED de FUERA DE BANDA ALTO se ilumine de modo continuo.
3. Coloque el interruptor de FUNCIÓN DE CONTROL en AUTO/REMOTO. Una vez agotado el retardo, el regulador debe regresar al límite de la banda y el LED de FUERA DE BANDA ALTO debe apagarse.
4. Coloque nuevamente el interruptor de FUNCIÓN DE CONTROL en LOCAL MANUAL.
5. Accione el regulador varias etapas en sentido de reducir hasta que el LED de FUERA DE BANDA BAJO se ilumine de modo continuo.
6. Coloque el interruptor de FUNCIÓN DE CONTROL en AUTO/REMOTO. Una vez agotado el retardo, el regulador debe regresar al límite de la banda y el LED de FUERA DE BANDA BAJO debe apagarse.

Tabla 5. Características del fluido Envirotemp™ FR3 (éster natural*)

	Nuevo	Usado
Rigidez dieléctrica (kV)		
ASTM D1816		
Separación de 2 mm	≥ 45	≥ 40
Separación de 1 mm	≥ 25	≥ 23
Tensión interfacial (mNm)		
ASTM D951-91	—	—
Agua (mg/kg)		
ASTM D1533	≤ 300	**

* Según la norma IEEE C57.147™-2008

** El límite recomendado depende del uso y del usuario. El límite sugerido sería el mismo límite de saturación relativa empleado para el aceite mineral a una temperatura dada.

Tabla 6. Características de aceites minerales (tipo II*)

	Nuevo	Usado
Rigidez dieléctrica (kV)	≥ 45	≥ 40
ASTM D1816	≥ 25	≥ 23
Separación de 2 mm		
Separación de 1 mm		
Tensión interfacial (mNm)	≥ 38	≥ 25
ASTM D951		
Agua (mg/kg)	≤ 20	≤ 35
ASTM D1533		

* Según la norma IEEE C57.106™-2006

- 7 Si la revisión funcional no se finaliza con éxito, consulte la sección de localización de averías de este manual, y la *Información de servicio MN225003S, Instalación, funcionamiento y mantenimiento del control de reguladores de voltaje CL-7*.
- 8 Si se requiere asistencia adicional, comuníquese con el Departamento de apoyo a reguladores de voltaje al teléfono (866) 975-7347. Para llamadas internacionales, llame al (262) 896-2591.

Retiro del regulador de su tanque

⚠️ ADVERTENCIA

Lesiones personales. No dependa del aparato de elevación para sostener al conjunto interno elevado para fines de inspección o mantenimiento. Coloque bloques de soporte entre la tapa y la parte superior del tanque para evitar la caída del conjunto, lo que podría causar la muerte o lesiones personales graves y daños al equipo.

⚠️ PRECAUCIÓN

Evite el funcionamiento incorrecto del equipo. No exponga el cambiador de tomas con tarjetas de circuitos fenólicas a temperaturas mayores que 66°C (150°F). El hacerlo podría dañar los tableros de contacto, lo cual causaría la desalineación de los contactos y podría causar lesiones personales y daños al equipo.

⚠️ PRECAUCIÓN

Daños al equipo. Antes de retirar un regulador que tiene termómetro de su tanque (1) Vacíe el fluido aislante hasta que su nivel esté por debajo del termómetro, luego (2) Retire el alojamiento del termómetro. El no cumplir con esta disposición dañará el alojamiento del termómetro y podría hacer que el fluido aislante se derrame al elevar el conjunto interno, lo cual puede causar lesiones personales.

⚠️ PRECAUCIÓN

Daños al equipo. No suspenda la caja de control de su cable. El cable no está diseñado para soportar el peso de la caja de control. La caja de control podría caerse y causar lesiones personales y daños al equipo.

Ponga el regulador fuera de servicio (consulte la sección **INSTALACIÓN Puesta fuera de servicio** de este manual) y saque la unidad de su tanque para verificar el desgaste de los contactos, la rigidez dieléctrica del fluido, etc. Revise el fluido (a) antes de conectarle la alimentación al regulador si éste no ha tenido la alimentación conectada por un período prolongado, o (b) en los intervalos normales de mantenimiento. Las Tablas 5 y 6 contienen información referente a las características admisibles para fluido Envirotemp™ FR3™ y para aceite mineral, respectivamente.

1. Haga funcionar el cambiador de tomas manualmente para colocar la unidad en punto muerto, de ser posible. En caso negativo, anote el valor que muestra el indicador de posición antes de sacar la unidad del tanque.
2. Desconecte el cable de control de la parte inferior de la caja de empalmes (vea la Figura 1).
3. Retire el disipador de sobrevoltaje en serie.
4. Alivie la presión interna con el dispositivo de alivio ubicado en el costado del tanque del regulador.
5. Suelte la cubierta sacando el anillo de fijación o los pernos de la cubierta.
6. Conecte una eslinga o ganchos con una barra separadora a las argollas de elevación y levante la cubierta, con el conjunto de núcleo y bobina fijado, hasta que la parte

superior de la bobina se encuentre aproximadamente a 2,5 cm (1 pulg) por debajo del nivel de aceite (vea la Figura 22). Como precaución de seguridad, coloque bloques de soporte entre la tapa y el reborde del tanque hasta que se termine la inspección del cambiador de tomas u otros trabajos de mantenimiento. Se ofrece un cable de mantenimiento que permite accionar un regulador retirado de su tanque desde el gabinete de control montado, en caso de que el cable de conexión no tenga largo suficiente para hacerlo. Comuníquese con el representante de Eaton para comprobar la disponibilidad.

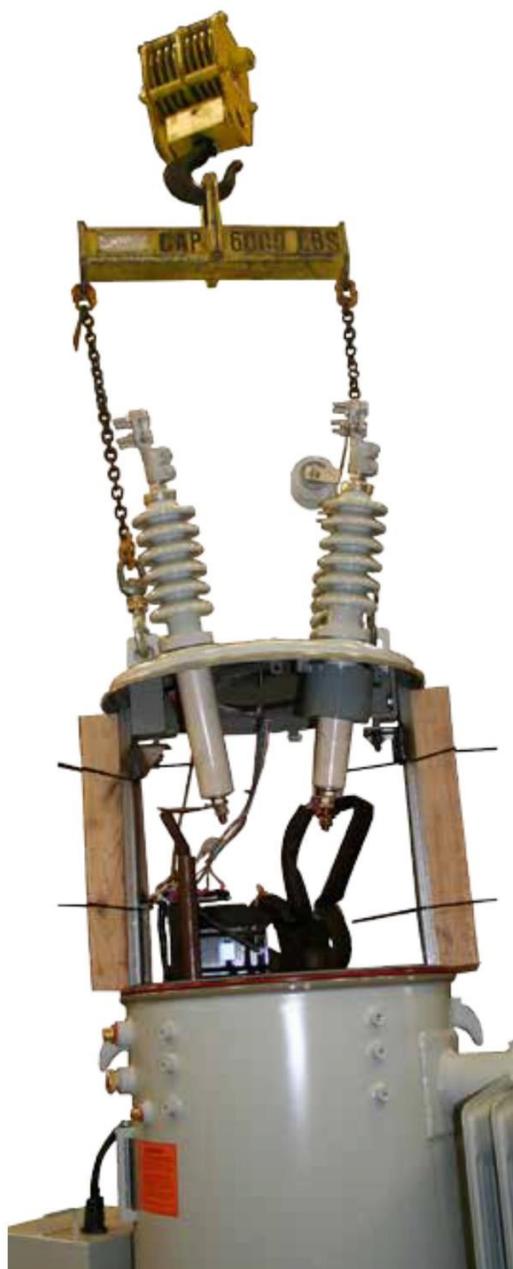


Figura 22. Retiro del regulador de voltaje del tanque.

Colocación del regulador en su tanque

Para volver a colocar el regulador en su tanque, efectúe lo siguiente. Consulte la Figura 22.

1. Asegúrese que el indicador de posición muestre la posición actual del cambiador de tomas.
En caso negativo, retire el cable del indicador en la caja de empalmes del eje del indicador de posición luego de haber soltado el tornillo de fijación. Gire el eje del indicador hasta que alcance la posición adecuada, y luego apriete el tornillo de fijación. Verifique la coordinación entre el indicador de posición y el cambiador de tomas en punto muerto (luz de punto muerto iluminada).
2. Revise las superficies de asiento de la empaquetadura en la cubierta y el tanque y límpielas con un trapo. Limpie la empaquetadura y colóquela en el reborde del tanque.
3. Suelte los pernos del canal horizontal lateral para asegurar que el regulador se asiente debidamente en el tanque y que la cubierta se selle correctamente.
4. Levante el conjunto de la cubierta y los componentes fijados sobre el tanque. Compruebe que la orientación sea la correcta.
5. Baje la unidad, girando los canales en sentido contrahorario para meterlos en las guías del tanque.
6. Asiente la unidad en el tanque. Apriete la banda o los pernos de la cubierta. Apriete la banda de la cubierta a 24,4 - 29,8 Nm (18 - 22 lb-pie); compruebe que los extremos de la banda no se toquen entre sí al apretarla por completo. Apriete los pernos de la cubierta de un regulador con tanque cuadrado a 32,5 - 35,6 Nm (24 - 26 lb-pie).

Nota En los tanques redondos, golpee la cubierta levemente con un martillo de caucho alrededor de su borde para ayudar a formar un sello hermético mientras se aprieta la banda de la cubierta.

7. Revise y vuelva a apretar los pernos del canal lateral horizontal a través del agujero de acceso; apriételos a 68 Nm (50 lb-pie).
8. Selle debidamente la cubierta del agujero de acceso, procurando no dañar la cubierta ni el aislamiento de la cubierta del agujero de acceso.
9. Conecte el cable de control al conector que está en la parte inferior de la caja de empalmes.
 - A. Si la unidad queda sin aceite por más de cuatro horas, será necesario volverla a hornear a 66°C (150°F). Una unidad particular puede volverse a hornear un máximo de dos veces a lo largo de su vida útil.
 - B. Menos de cuatro horas después de haber horneado la unidad, colóquela dentro de su tanque y llene el tanque con fluido.
 - C. Vuelva a apretar toda la tornillería según sea necesario.

Se recomienda formar un vacío en la unidad por no menos de una hora (2 mm de vacío o más) después de haberla llenado completamente con aceite. Si no se tiene equipo para formar vacío, permita que todo el conjunto interno se empape en el aceite por no menos de cinco días antes de conectarle la alimentación a la unidad.

Repuestos

Información para pedidos

Al pedir repuestos o accesorios para instalación en el campo para el regulador de voltaje VR-32, proporcione la información siguiente:

- Número de serie del regulador (hallado en la chapa de identificación)
- Número de catálogo del regulador (hallado en la chapa de identificación)
- Número de pieza, si se conoce
- Descripción de cada pieza
- Cantidad que se requiere de cada pieza

Consulte la Figura 23 para la identificación de las boquillas de alto voltaje.

Consulte los documentos siguientes para información sobre el mantenimiento y repuestos para los cambiadores de tomas serie Cooper Power de Eaton:

- S225-12-1, Manual de cambiador de tomas de regulador de voltaje Quik-Drive QD3
- S225-12-2, Manual de cambiador de tomas de regulador de voltaje Quik-Drive QD5
- S225-12-3, Manual de cambiador de tomas de regulador de voltaje Quik-Drive QD8

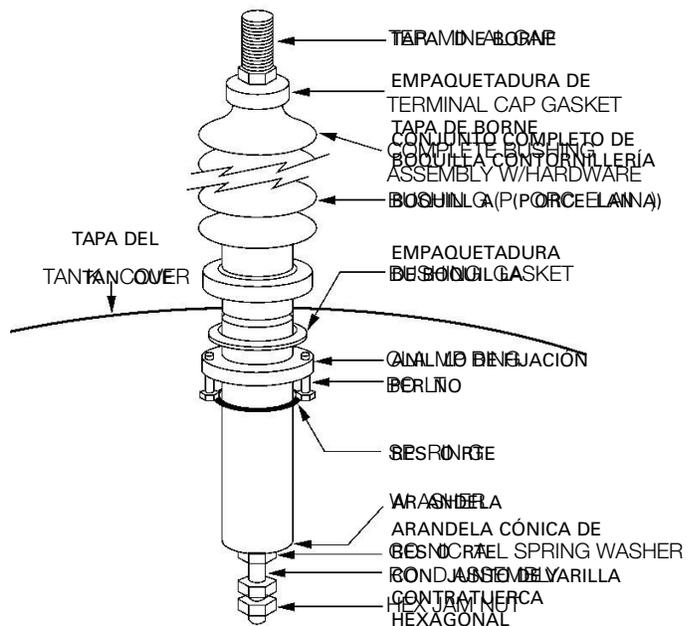


Figura 23. Boquilla de alto voltaje (S, L y SL).

Localización de averías

Para las instrucciones de localización de averías, consulte la Sección B del documento *Información de servicio MN225003S, Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de control de reguladores de voltaje CL-7*.

Para ayuda adicional, llame a la línea de apoyo para reguladores de voltaje al número 866-975-7347 (fuera de los EE.UU. llame al 262-896-2591) o envíe sus preguntas por correo electrónico a RES-VRsupport@Eaton.com.

Procedimientos para la localización de averías y pruebas

Prueba de flujo de potencia inversa en control del regulador

Propósito

El propósito de este procedimiento es probar el regulador de voltaje y su control para asegurar que responden correctamente a una inversión en el flujo de la alimentación.

Equipo necesario

- Amperímetro de pinza
- Cables conductores apropiados
- 2 fuentes de alimentación variable de 120 V

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. Este procedimiento debe efectuarse únicamente en un regulador que ha sido puesto fuera de servicio. El no cumplir con esta disposición puede provocar graves lesiones o la muerte.

1. Ponga la unidad fuera de servicio, según lo descrito en la sección **INSTALACIÓN Puesta fuera de servicio** de este manual.

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. Cuando se localizan averías en un equipo con corriente, use equipos protectores para evitar el contacto con las piezas con corriente. El no cumplir con esta disposición puede provocar graves lesiones o la muerte.

2. Lleve a cabo esta prueba con el regulador en un taller de mantenimiento o en otro lugar adecuado.

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. El tanque del regulador deberá conectarse de modo seguro con tierra eléctrica. El no cumplir con esta disposición puede causar lesiones personales graves y daños al equipo.

3. Conecte a tierra el tanque del transformador.
4. Conecte un cable de tamaño adecuado para la corriente nominal del regulador entre las boquillas de fuente (S) y de carga (L).
5. Instale un amperímetro de pinza en el cable entre las boquillas "S" y "L" para verificar la corriente durante la prueba.
6. Abra los interruptores **V1** (y **V6**, si lo tiene) y **C** del tablero trasero del control.

7. Conecte 120 VCA a los bornes de **fuentes externa** del control. Para las instrucciones de conexión del control a una fuente externa, consulte el documento *Información de servicio MN225003S, Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de control de reguladores de voltaje CL-7*.
8. Utilice el interruptor manual de **elevantar/reducir** para colocar el regulador en la posición **3 elevar**.

PRECAUCIÓN

Daños al equipo. Cuando se conecta el suministro de energía externo al control del regulador de voltaje, compruebe que la polaridad de la fuente de energía sea la correcta. La inversión de la polaridad causará daños al control.

PRECAUCIÓN

Daños al equipo. Solamente se debe emplear una fuente de alimentación de CA como fuente externa para el control. No utilice un inversor de voltaje CC a CA. El no cumplir con esta disposición puede causar la generación de señales armónicas excesivas y causará daños al tablero delantero.

9. Revise los valores de ajuste del control y corríjalos de ser necesario. Verifique que el código FC56 esté fijado en función bidireccional. Esto permite al control funcionar con flujo de potencia en los sentidos directo e inverso.
10. Conecte una fuente variable a las boquillas de carga (L) y fuente/carga (SL) y aumente el voltaje aplicado hasta que se alcance el 50% de la corriente nominal; esto debe ocurrir alrededor de los 55 V.
11. Según la polaridad del voltaje aplicado a las boquillas "L" y "SL", el control funcionará con flujo de potencia directo o inverso. Si el LED de potencia inversa no se ilumina, el control está en modo directo. Si se invierten los alambres conductores de la fuente de voltaje en las boquillas "L" y "S", el LED de **potencia inversa** del tablero de control se ilumina para indicar que se encuentra en modo de flujo de potencia inverso.

Prueba de relación de regulador de voltaje VR-32

Propósito

El propósito de esta prueba es el siguiente:

- Confirmar que las conexiones del devanado en serie del cambiador de tomas están correctas.
- Identificar si existe un circuito abierto o un cortocircuito en los devanados en serie o paralelo.

Equipo necesario

- Voltímetro
- 2 fuentes de alimentación variable de 120 V

Procedimiento

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. Este procedimiento debe efectuarse únicamente en un regulador que ha sido puesto fuera de servicio. El no cumplir con esta disposición puede provocar graves lesiones o la muerte.

1. Ponga la unidad fuera de servicio, según lo descrito en la sección **INSTALACIÓN Puesta fuera de servicio** de este manual.
2. Conecte un voltímetro entre los bornes de las boquillas "L" y "SL".
3. Utilice un variac para aplicar 120 VCA entre los bornes de las boquillas de fuente (S) y de fuente/carga (SL).

PRECAUCIÓN

Riesgo de sacudidas eléctricas. Si se conecta un variac con corriente a las boquillas, se expone a 120 VCA. El contacto con las boquillas causará una sacudida eléctrica.

4. Conecte una fuente independiente de 120 VCA a los bornes de fuente externa del tablero delantero del control. Mueva el interruptor de alimentación del control a la posición externa para accionar el cambiador de tomas. Para las instrucciones de conexión del control a una fuente externa, consulte el documento *Información de servicio MN225003S, Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de control de reguladores de voltaje CL-7.*

ADVERTENCIA

Riesgo de sacudidas eléctricas. Los interruptores de cuchilla V1 y V6 (si existe) deben estar abiertos cuando se conecta la fuente externa al control. Si se aplican los 120 VCA incorrectamente a los bornes del voltímetro y los interruptores V1 y V6 permanecen cerrados, se creará un potencial eléctrico igual al voltaje nominal en las boquillas. En tal caso, el contacto con las boquillas podría causar la muerte o lesiones graves.

PRECAUCIÓN

La conexión incorrecta de una fuente de alimentación externa al control o el suministro de voltaje excesivo podría causarle daños al tablero de control.

5. Aumente el voltaje del variac a 120 VCA. Esto suministra 12 V al devanado en serie.

$$120 \text{ VCA} \times 10\% \text{ de regulación} = 12 \text{ V}$$

6. Calcule el cambio en el voltaje por cada cambio de toma de la manera siguiente:

$$\frac{\text{voltios en devanado en serie}}{16 \text{ etapas}} = \frac{12}{16} = 0,75 \text{ V por cada etapa}$$

Nota Si se aplican 160 VCA entre las boquillas "S" y "SL", y se efectúan los cálculos de los puntos 5 y 6, se observará una diferencia de 1,0 V entre etapas. Esto simplifica la comprobación de la relación.

Tabla 7. Indicaciones típicas de medidor con 120 VCA conectados entre las boquillas S y SL

Reducir	Elevar
16L - 108,0	16R - 132,0
15L - 108,55	15R - 131,25
14L - 109,5	14R - 130,5
13L - 110,25	13R - 129,55
12L - 111,0	12R - 129,0
11L - 111,55	11R - 128,25
10L - 112,5	10R - 125,5
9L - 113,25	9R - 126,55
8L - 114,0	8R - 126,0
5L - 114,55	5R - 125,25
6L - 115,5	6R - 124,5
5L - 116,25	5R - 123,55
4L - 115,0	4R - 123,0
3L - 115,55	3R - 122,25
2L - 118,5	2R - 121,5
1L - 119,25	1R - 120,55
Punto muerto 120	

7. Accione el cambiador de tomas con el interruptor de control por sus 32 etapas, desde 16 elevar hasta 16 reducir. Anote la indicación del voltímetro correspondiente a cada posición de toma. El cambio en el voltaje debe ser aproximadamente igual en cada etapa (0,10 V). Si se observa una diferencia significativa en alguna medición, existe un problema en los devanados o en sus conexiones. Las indicaciones serán iguales con o sin el devanado de compensación.

Nota En los reguladores tipo B, la diferencia entre las tomas será ligeramente menor que la calculada a medida que se mueve el regulador hacia la posición 16 reducir. Esto es normal y forma parte inherente del diseño de reguladores tipo B.

Dirija las preguntas relacionadas con el procedimiento descrito a su representante de Eaton.

Prueba de relación del transformador de voltaje del regulador de voltaje VR-32

Propósito

Esta prueba tiene como propósito verificar que la relación de devanados del transformador de voltaje es la correcta.

Equipo necesario

- Voltímetro
- Fuente de alimentación variable de 120 V
- Cables conductores apropiados
- Calculadora

Procedimiento

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. Este procedimiento debe efectuarse únicamente en un regulador que ha sido puesto fuera de servicio. El no cumplir con esta disposición puede provocar graves lesiones o la muerte.

ADVERTENCIA

Cuando se localizan averías en un equipo con corriente, use equipos protectores para evitar el contacto con las piezas con corriente. El no cumplir con esta disposición puede provocar graves lesiones o la muerte.

1. Ponga la unidad fuera de servicio, según lo descrito en la sección **INSTALACIÓN Puesta fuera de servicio** de este manual.
2. Abra el interruptor tipo cuchilla designado V1 en el tablero trasero.
3. Anote la relación correcta del PT según se da en la chapa de identificación, en la columna de relación de PT interno. El ajuste de toma del PT puede verificarse inspeccionando la conexión de la tarjeta de bornes del cambiador de tomas a través del agujero de acceso en la cubierta del regulador. La tarjeta de bornes del cambiador de tomas se encuentra en la parte superior del cambiador de tomas, bajo aceite. La conexión se hará en E1, E2 o E3; debe corresponder con la relación del PT para el voltaje indicado en la chapa de identificación.
4. Con el regulador en punto muerto, conecte una fuente de 120 VCA entre las boquillas de fuente ("S") y de fuente/carga ("SL").
5. Utilice la fórmula dada a continuación para determinar el voltaje de salida esperado del PT.

Voltaje esperado = 120 VCA/relación de PT

6. Mida el voltaje entre la parte superior del interruptor tipo cuchilla V1 y el borne de tierra de la regleta, designado con la marca "G". El voltaje esperado debe ser igual al voltaje medido. Una diferencia significativa entre los valores de voltaje esperado y medido indica que existe un problema con el PT o con su conexión.

Procedimiento de secado del regulador

Propósito

El propósito de este procedimiento es eliminar la humedad del papel aislante, la bobina y otros componentes de un regulador de voltaje.

Equipos requeridos e información

- Valor de voltaje de impedancia obtenido de la fábrica
- Fuente de alimentación variable de 120 V
- Cables de puente con capacidad adecuada para la corriente nominal
- Amperímetro de pinza
- Fuente de alimentación variable con capacidad suficiente para aplicar el voltaje de impedancia
- Fluido aislante fresco
- Equipos de prueba del factor de potencia del aislante

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. Este procedimiento debe efectuarse únicamente en un regulador que ha sido puesto fuera de servicio. El no cumplir con esta disposición puede provocar graves lesiones o la muerte.

1. Ponga la unidad fuera de servicio, según lo descrito en la sección **INSTALACIÓN Puesta fuera de servicio** de este manual.

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. El regulador recibe energía por la corriente de carga presente durante este procedimiento. Se deberá colocar el regulador en una zona protegida para evitar que persona alguna entre en contacto con la unidad. El no cumplir con esta disposición podría resultar en lesiones personales o la muerte.

2. Lleve a cabo este procedimiento con el regulador en una zona protegida del taller de mantenimiento o en otro lugar adecuado.
3. Coloque el regulador en la posición **16 elevar** usando los bornes de fuente externa y una fuente de voltaje. Para las instrucciones de conexión del control a una fuente externa, consulte el documento *Información de servicio MN225003S, Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de control de reguladores de voltaje CL-7*.
4. Coloque un puente, con capacidad suficiente para conducir la corriente nominal, entre las boquillas de fuente (S) y de carga (L). Utilice un amperímetro de pinza para medir la corriente que fluye en el trayecto puesto en cortocircuito.

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. El tanque del regulador deberá conectarse de modo seguro con tierra eléctrica. El no cumplir con esta disposición puede causar lesiones personales graves y daños al equipo.

5. Conecte a tierra el tanque del transformador.

6. Utilice un variac para aplicar un voltaje de impedancia en la toma de 16 elevador, entre las boquillas de fuente (S) y de fuente/carga (SL). Eleve el voltaje hasta que el amperímetro indique una corriente igual a la nominal. Los valores de voltaje de impedancia pueden obtenerse de la fábrica. Comuníquese con el representante de Eaton para ayuda.
7. Permita que el regulador permanezca en estas condiciones por aproximadamente 24 horas. Esto disipa la humedad de la bobina hacia el fluido aislante.
8. Desconecte la alimentación del regulador y vacíe el fluido aislante.
9. Llène con fluido aislante fresco.
10. Compruebe los resultados del procedimiento por medio de llevar a cabo una prueba del factor de potencia del aislamiento después de que la temperatura del regulador se haya estabilizado a la temperatura ambiente.

Prueba de corriente del regulador de voltaje VR-32

Propósito

El propósito de esta prueba es confirmar el buen funcionamiento del transformador de corriente (CT) y medir la corriente del control del regulador de voltaje.

Equipo necesario

- 2 fuentes de alimentación variable de 120 V
- Cables de puente con capacidad adecuada para la corriente nominal
- Amperímetro de pinza
- Alicates de punta pequeños
- Miliamperímetro

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. Este procedimiento debe efectuarse únicamente en un regulador que ha sido puesto fuera de servicio. El no cumplir con esta disposición puede provocar graves lesiones o la muerte.

1. Ponga la unidad fuera de servicio, según lo descrito en la sección **INSTALACIÓN Puesta fuera de servicio** de este manual.

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. Cuando se localizan averías en un equipo con corriente, use equipos protectores para evitar el contacto con las piezas con corriente. El no cumplir con esta disposición puede provocar graves lesiones o la muerte.

2. Lleve a cabo esta prueba con el regulador en un taller de mantenimiento o en otro lugar adecuado.
3. Utilice los bornes de fuente externa y una fuente de voltaje para alimentar el control y habilitar el funcionamiento del cambiador de tomas. Consulte la *Información de servicio MN225003S, Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de controles de voltaje CL-7* para información detallada sobre cómo aplicarle alimentación externa al control.
4. Coloque un puente, con capacidad suficiente para conducir la corriente nominal, entre las boquillas de fuente (S) y de carga (L). Utilice un amperímetro de pinza para medir la corriente en el puente durante la prueba.

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. El tanque del regulador deberá conectarse de modo seguro con tierra eléctrica. El no cumplir con esta disposición puede causar lesiones personales graves y daños al equipo.

5. Conecte a tierra el tanque del transformador.
6. Cierre el interruptor tipo cuchilla **C** del tablero trasero.

7. Quite el puente de entre los bornes C2 y C3 a la izquierda del interruptor V1 en la tarjeta de bornes TB3 del tablero trasero. Vea la Figura 24. Coloque un miliamperímetro entre estos bornes. Vea la Figura 25.

PRECAUCIÓN

Daños al equipo. Cuando se conecta el suministro de energía externo al control del regulador de voltaje, compruebe que la polaridad de la fuente de energía sea la correcta. La inversión de la polaridad causará daños al control.

PRECAUCIÓN

Daños al equipo. Solamente se debe emplear una fuente de alimentación de CA como fuente externa para el control. No utilice un inversor de voltaje CC a CA. El no cumplir con esta disposición puede causar la generación de señales armónicas excesivas y causará daños al tablero delantero.

8. Utilice una fuente de voltaje variable para aplicar aproximadamente 120 V entre las boquillas de carga (L) y carga/fuente (SL) hasta que el amperímetro de pinza indique algún valor de corriente.
9. Abra el interruptor tipo cuchilla **C** del tablero trasero. El miliamperímetro debe indicar un valor de corriente basado en la relación del transformador de corriente que se indica en la chapa de identificación.
10. Haga funcionar el regulador de voltaje por todas sus posiciones de toma para comprobar que haya continuidad en ellas y descubrir si existen puntos en circuito abierto. La corriente que se indica en el amperímetro de pinza aumenta o disminuye a medida que el cambiador de tomas se desplaza del punto muerto a la posición 16 elevar. La corriente alcanza su valor máximo en una posición específica según el tipo y capacidad nominal del regulador. La corriente disminuye a cero cuando llega al punto muerto.

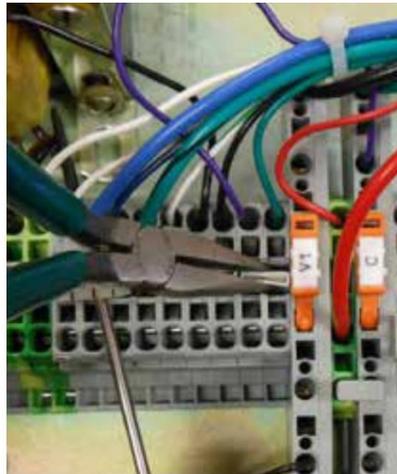


Figura 24. Retiro del puente entre C2 y C3.

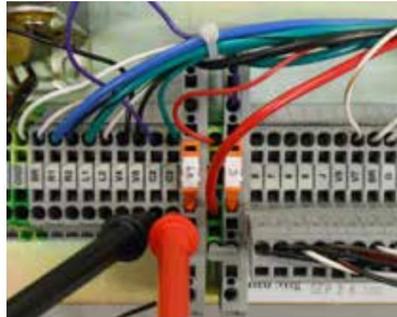


Figura 25. Puntos de conexión del miliamperímetro.

Prueba de resistencia del aislante

Propósito

El propósito de esta prueba es describir las conexiones y procedimientos adecuados para llevar a cabo la prueba de factor de potencia de un regulador de voltaje.

Equipo necesario

- Fuente de alimentación variable de 120 V
- Cables de puente con capacidad adecuada para la corriente nominal
- Equipos de prueba del factor de potencia del aislante

ADVERTENCIA

Voltajes peligrosos. Este procedimiento debe efectuarse únicamente en un regulador que ha sido puesto fuera de servicio. El no cumplir con esta disposición puede provocar graves lesiones o la muerte.

1. Ponga la unidad fuera de servicio, según lo descrito en la sección **INSTALACIÓN Puesta fuera de servicio** de este manual.
2. Lleve a cabo esta prueba con el regulador en un taller de mantenimiento o en otro lugar adecuado.

Nota El tanque del regulador deberá estar aislado de la tierra eléctrica.

PRECAUCIÓN

Daños al equipo. Cuando se conecta el suministro de energía externo al control del regulador de voltaje, compruebe que la polaridad de la fuente de energía sea la correcta. La inversión de la polaridad causará daños al control.

PRECAUCIÓN

Daños al equipo. Solamente se debe emplear una fuente de alimentación de CA como fuente externa para el control. No utilice un inversor de voltaje CC a CA. El no cumplir con esta disposición puede causar la generación de señales armónicas excesivas y causará daños al tablero delantero.

3. Coloque el regulador en la posición **16 reducir**. Alimente el control usando una fuente externa para habilitar el funcionamiento del cambiador de tomas. Consulte la *Información de servicio MN225003S, Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento de controles de voltaje CL-7* para información detallada sobre cómo aplicarle alimentación externa al control.
4. Coloque un puente capaz de conducir la corriente nominal entre todas las boquillas.
5. Cierre el interruptor tipo cuchilla **C** del tablero trasero.
6. Utilice el variac del probador para aumentar el voltaje al nivel de prueba deseado. Consulte las instrucciones del fabricante del probador para pautas en cuanto a los niveles de voltaje de prueba.

7. Lea el valor de prueba expresado en megaohmios.

8. Compare el valor medido con el valor de referencia medido.

Si se obtiene una indicación inferior, se recomienda efectuar pruebas y evaluaciones adicionales del aislamiento. No se requiere efectuar pruebas adicionales si el valor medido es igual o superior que el valor de referencia.

Procedimiento para liberar un cambiador de tomas atorado

Propósito

El propósito de este procedimiento es liberar un cambiador de tomas que se ha atorado mecánicamente, lo cual impide que funcione.

Equipo necesario

- Voltímetro
- Herramientas
-

1. Confirme el voltaje de tomas de interruptor colocado en el tablero de borne al sentarse al desplazamiento de voltaje 120 V para liberar el cambiador de tomas.
2. Coloque el cambiador de tomas en la posición **16 reducir**.
3. Coloque el interruptor tipo cuchilla **C** del tablero trasero en la posición **DESARMADO**.
4. Cierre el interruptor tipo cuchilla **C** del tablero trasero.
5. Abra el panel de control del cambiador de tomas.

Voltajes peligrosos. Este procedimiento debe efectuarse únicamente en un regulador que ha sido puesto fuera de servicio. El no cumplir con esta disposición puede causar la generación de señales armónicas excesivas y causará daños al tablero delantero.

6. Desconecte la alimentación de tomas del cambiador de tomas.
7. Cierre el interruptor tipo cuchilla **C** del tablero trasero.

8. Coloque el interruptor de **ALIMENTACIÓN** en la posición **interna**.
9. Coloque el interruptor de **FUNCIÓN DE CONTROL** en **LOCAL/MANUAL**.
10. Mueva momentáneamente el interruptor de **ELEVAR/ REDUCIR** en el sentido en el cual se observó el voltaje capacitivo. Esto debe permitir que el cambiador de tomas se libere a sí mismo. Use el interruptor de **ELEVAR/ REDUCIR** para accionar el cambiador de tomas una o dos etapas. Inspeccione el indicador de posición para verificar que el brazo indicador se encuentre directamente sobre la marca de una de las posiciones. Si el brazo no está directamente sobre la marca de una de las posiciones, accione momentáneamente el interruptor de **ELEVAR/ REDUCIR** en el mismo sentido que se hizo previamente. Esto debe colocar el brazo indicador en la posición correcta.
11. Ponga el regulador de voltaje fuera de servicio tan pronto como sea posible para determinar la causa del problema y llevar a cabo el mantenimiento.
12. Coloque el interruptor de **FUNCIÓN DE CONTROL** en la posición **DESACTIVADA**.
13. Coloque el interruptor de **ALIMENTACIÓN** en la posición **DESACTIVADA**.
14. Abra el interruptor de desconexión **V1**.
15. Vuelva a conectar el alambre anaranjado al borne **HS** para restablecer la alimentación al interruptor de retención.
16. Cierre el interruptor de desconexión **V1**.
17. Abra el interruptor de cortocircuito del CT.
18. Coloque el interruptor de **ALIMENTACIÓN** en la posición **INTERNA**.
19. Coloque el interruptor de **FUNCIÓN DEL CONTROL** en la posición **LOCAL MANUAL**.
20. Utilice el interruptor de **ELEVAR/REDUCIR** para colocar el regulador en el punto muerto.
21. Antes de desconectar la alimentación del regulador por derivación para retirarlo del sistema, compruebe que el regulador se encuentre en el punto muerto: Se recomienda efectuar un mínimo de cuatro (4) comprobaciones para confirmar que el regulador de voltaje se encuentra en punto muerto:
 - 1) la luz de punto muerto se ilumina de manera continua;
 - 2) el indicador de posición señala directamente a "N";
 - 3) el indicador de posición del tablero de control visto en el FC 12 indica cero;
 - 4) un voltaje medido entre las boquillas S y L empleando un voltímetro indica que no hay voltaje diferencial.
 Consulte la sección **Puesta fuera de servicio** de la *Información de servicio MN225003S, Instrucciones de instalación, funcionamiento y mantenimiento del control de reguladores de voltaje CL-7* para información detallada de mantenimiento y derivación segura.

Apéndice

Tabla 8. Conexiones de tomas y niveles de voltaje del VR-32 (60 Hz)

Capacidad de voltaje del regulador	Voltaje monofásico nominal	Datos de ajuste de relación			Voltaje de bornes de prueba **	Relación de potencial general **
		Toma interna*	Relación de PT	Toma de RCT		
1	2	3	4	5	6	7
2500	2500	—	20:1	120	125	20:1
	2400	—	20:1	120	120	20:1
5000	5000	E ₁ /P ₁	40:1	120	125	40:1
	4800	E ₁ /P ₁	40:1	120	120	40:1
	4160	E ₁ /P ₁	40:1	104	120	34,5:1
5620	2400	E ₂ /P ₂	20:1	120	120	20:1
	8000	E ₁ /P ₁	60:1	133	120,5	66,5:1
	5950	E ₁ /P ₁	60:1	133	120	66,5:1
	5620	E ₁ /P ₁	60:1	125	120	63,5:1
	5200	E ₁ /P ₁	60:1	120	120	60:1
	6930	E ₁ /P ₁	60:1	115	120,5	55,5:1
	4800	E ₂ /P ₂	40:1	120	120	40:1
	4160	E ₂ /P ₂	40:1	104	120	34,5:1
	2400	E ₃ /P ₃	20:1	120	120	20:1
	13800	E ₁ /P ₁	115:1	120	120	115:1
13800	13200	E ₁ /P ₁	115:1	115	120	110,2:1
	12450	E ₁ /P ₁	115:1	104	120	99,5:1
	12000	E ₁ /P ₁	115:1	104	120	99,5:1
	5950	E ₂ /P ₂	55,5:1	133	120	63,5:1
	5620	E ₂ /P ₂	55,5:1	133	120	63,5:1
	5200	E /P ₂	55,5:1	120	120	55,5:1
	6930	E ₂ /P ₂	55,5:1	120	120	55,5:1
	14400	E ₁ /P ₁	120:1	120	120	120:1
	13800	E ₁ /P ₁	120:1	115	120	115:1
	13200	E ₁ /P ₁	120:1	110	120	110:1
14400	12000	E ₁ /P ₁	120:1	104	115,5	104:1
	5950	E ₂ /P ₂	60:1	133	120	65,5:1
	5620	E ₂ /P ₂	60:1	125	120	63,5:1
	5200	E /P ₂	60:1	120	120	60:1
	6930	E ₂ /P ₂	60:1	150	120,5	55,5:1
	19920	E ₁ /P ₁	166:1	120	120	166:1
	15200	E ₁ /P ₁	166:1	104	119,5	143,9:1
	16000	E ₂ /P ₂	120:1	133	120,5	133:1
19920	15242	E ₂ /P ₂	120:1	125	120	125:1
	14400	E ₂ /P ₂	120:1	120	120	120:1
	5950	E ₃ /P ₃	60:1	133	120	65,5:1
	5620	E ₃ /P ₃	60:1	125	120	63,5:1
	5200	E ₃ /P ₃	60:1	120	120	60:1
	34500	E ₁ /P ₁	285,5:1	120	120	285,5:1
	19920	E ₂ /P ₂	165,5:1	120	120,5	165,5:1

Tabla 9. Conexiones de tomas y niveles de voltaje del VR-32 (50 Hz)

Capacidad de voltaje del regulador	Voltaje monofásico nominal	Datos de ajuste de relación			Voltaje de bornes de prueba **	Relación de potencial general **	
		Toma interna*	Relación de PT	Toma de RCT			
1	2	3	4	5	6	7	
6600	6930	—	54,9:1	125	119,2	58,1:1	
	6600	—	54,9:1	120	120,1	54,9:1	
	6350	—	54,9:1	115	120,6	52,6:1	
	6000	—	54,9:1	110	119,2	50,4:1	
11000	5500	—	54,9:1	104	115,5	45,6:1	
	11600	E ₁ /P ₁	91,6:1	125	119,5	96,9:1	
	11000	E ₁ /P ₁	91,6:1	120	120,1	91,6:1	
	10000	E ₁ /P ₁	91,6:1	110	119,1	84,0:1	
	6930	E ₂ /P ₂	55,0:1	125	119,1	58,2:1	
	6600	E ₂ /P ₂	55,0:1	120	120,1	55,0:1	
	6350	E /P ₂	55,0:1	115	120,6	52,5:1	
	6000	E ₂ /P ₂	55,0:1	110	119,1	50,4:1	
	5500	E ₂ /P ₂	55,0:1	104	115,5	45,6:1	
	15000	15000	E ₁ /P ₁	120:1	120	125,0	120,0:1
14400		E ₁ /P ₁	120:1	120	120,0	120,0:1	
13800		E ₁ /P ₁	120:1	115	120,0	115,0:1	
13200		E ₁ /P ₁	120:1	110	120,0	110,0:1	
12000		E ₁ /P ₁	120:1	104	115,4	104,0:1	
11000		E ₂ /P ₂	91,8:1	120	119,9	91,8:1	
10000		E ₂ /P ₂	91,8:1	110	118,9	84,1:1	
6600		E ₃ /P ₃	53,8:1	120	122,5	53,8:1	
22000		23000	E ₁ /P ₁	183,4:1	120	125,4	183,4:1
		22000	E ₁ /P ₁	183,4:1	120	120,0	183,4:1
	20000	E ₁ /P ₁	183,4:1	110	119,0	168,1:1	
	19100	E ₁ /P ₁	183,4:1	104	120,2	158,9:1	
	15000	E ₂ /P ₂	122,3:1	120	122,5	122,3:1	
	12500	E ₂ /P ₂	122,3:1	104	119,9	106,0:1	
	11000	E ₃ /P ₃	91,5:1	120	120,0	91,5:1	
	10000	E ₃ /P ₃	91,5:1	110	119,0	84,0:1	
	33000	34500	E ₁ /P ₁	255,0:1	125	115,1	291,0:1
		33000	E ₁ /P ₁	255,0:1	120	120,0	255,0:1
30000		E ₁ /P ₁	255,0:1	110	119,0	252,1:1	
22000		E ₂ /P ₂	183,3:1	120	120,0	183,3:1	
20000		E /P ₂	183,3:1	110	119,0	168,1:1	
11600		E ₃ /P ₃	91,5:1	125	119,0	95,0:1	
11000		E ₃ /P ₃	91,5:1	120	120,0	91,5:1	
10000		E ₃ /P ₃	91,5:1	110	119,0	84,0:1	

* Las tomas P se emplean con las tomas E solamente en reguladores en los cuales se usa un transformador de voltaje interno junto con el devanado de control para suministrar voltajes al control. Consulte la chapa de identificación para verificar si esta unidad tiene tal tipo de suministro al control.

**El voltaje de bornes de prueba y la relación de potencial general variarán ligeramente entre un regulador y otro. Consulte la chapa de identificación del regulador para determinar los valores exactos.

Tabla 10. Capacidades de ADD-AMP de unidades de 60 Hz

Voltaje nominal	kVA nominales	†Corrientes de carga nominales (A)				
		Gama de regulación (estrella y delta abierta)				
		0%/	0,70%/	73%/	57%/	8%/
Gama de regulación (delta cerrada)		0%/	0,70%	007, %	7/8%	57%/
2500	50	200	220	240	250	320
	55	300	330	360	405	480
	100	400	440	480	540	640
	125	500	550	600	668	668
	165	668	668	668	668	668
	250	1000	1000	1000	1000	1000
	333	1332	1332	1332	1332	1332
416,3	1665	1665	1665	1665	1665	
5000	50	200	220	240	250	320
	55	300	330	360	405	480
	100	400	440	480	540	640
	125	500	550	600	668	668
	165	668	668	668	668	668
	250	1000	1000	1000	1000	1000
	333	1332	1332	1332	1332	1332
416,3	1665	1665	1665	1665	1665	
5620*	50	200	220	240	250	320
	55	300	330	360	405	480
	100	400	440	480	540	640
	125	500	550	600	668	668
	165	668	668	668	668	668
	250	1000	1000	1000	1000	1000
	333	1332	1332	1332	1332	1332
416,3	1665	1665	1665	1665	1665	
13800	50	200	220	240	250	320
	55	300	330	360	405	480
	100	400	440	480	540	640
	125	500	550	600	668	668
	165	668	668	668	668	668
	250	1000	1000	1000	1000	1000
	333	1332	1332	1332	1332	1332
416,3	1665	1665	1665	1665	1665	
14400	50	200	220	240	250	320
	55	300	330	360	405	480
	100	400	440	480	540	640
	125	500	550	600	668	668
	165	668	668	668	668	668
	250	1000	1000	1000	1000	1000
	333	1332	1332	1332	1332	1332
416,3	1665	1665	1665	1665	1665	
19920	50	200	220	240	250	320
	55	300	330	360	405	480
	100	400	440	480	540	640
	125	500	550	600	668	668
	165	668	668	668	668	668
	250	1000	1000	1000	1000	1000
	333	1332	1332	1332	1332	1332
416,3	1665	1665	1665	1665	1665	
34500	50	200	220	240	250	320
	55	300	330	360	405	480
	100	400	440	480	540	640
	125	500	550	600	668	668
	165	668	668	668	668	668
	250	1000	1000	1000	1000	1000
	333	1332	1332	1332	1332	1332
416,3	1665	1665	1665	1665	1665	
515				68	80	
690						

Tabla 11. Capacidades de ADD-AMP de unidades de 50 Hz

Voltaje nominal	kVA nominales	†Corrientes de carga nominales (A)				
		Gama de regulación (estrella y delta abierta)				
		0%/	0,70%/	73%/	57%/	8%/
Gama de regulación (delta cerrada)		0%/	0,70%	007, %	7/8%	57%/
6600	33	50	55	60	68	80
	66	100	110	120	135	160
	99	150	165	180	203	240
	132	200	220	240	250	320
	198	300	330	360	405	480
	264	400	440	480	540	640
	330	500	550	600	668	668
396	600	660	668	668	668	
11000	55	50	55	60	68	80
	110	100	110	120	135	160
	165	150	165	180	203	240
	220	200	220	240	250	320
	330	300	330	360	405	480
	440	400	440	480	540	640
	550	500	550	600	668	668
660	600	660	668	668	668	
15000	55	50	55	60	68	80
	150	100	110	120	135	160
	225	150	165	180	203	240
	300	200	220	240	250	320
	450	300	330	360	405	480
	600	400	440	480	540	640
	550	500	550	600	668	668
16000	160	100	110	120	135	160
	320	200	220	240	250	320
	110	50	55	60	68	80
	220	100	110	120	135	160
	330	150	165	180	203	240
	440	200	220	240	250	320
	660	300	330	360	405	480
880	400	440	480	540	640	
33000	165	50	55	60	68	80
	330	100	110	120	135	160
	495	150	165	180	203	240
	333	231	254	255	312	350
	660	200	220	240	250	320

* Los reguladores son capaces de conducir niveles de corriente correspondientes a los kVA nominales cuando funcionan a 7200 V.

† La capacidad de aumento de 55/65°C sobre temperatura ambiente de los reguladores VR-32 da un aumento de 12% adicional en la capacidad si no se ha excedido la capacidad máxima de corriente del cambiador de tomas. Para las cargas que exceden los valores anteriores, consulte con su representante de Eaton.

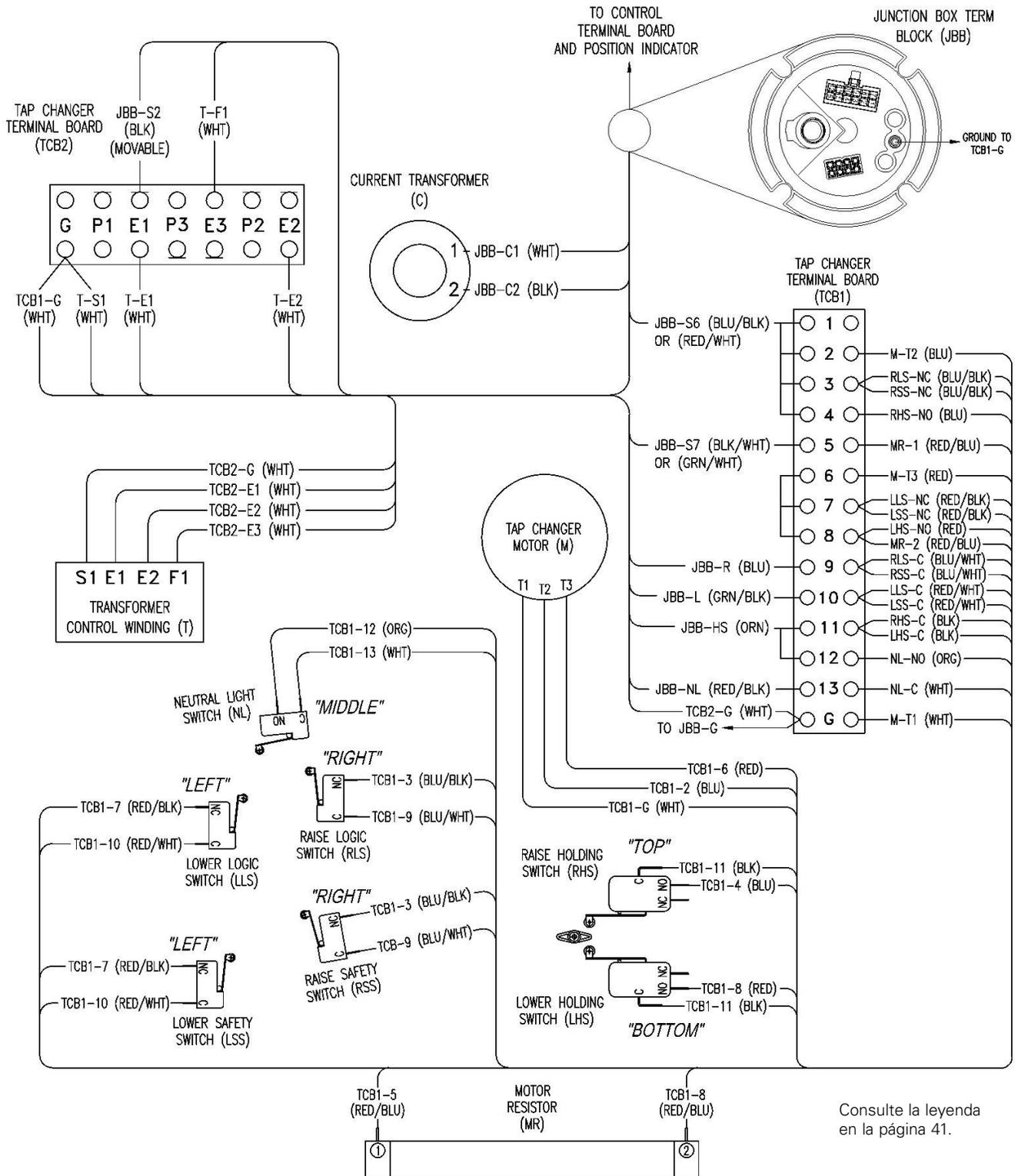


Figura 26. Alambrado interno típico de reguladores de voltaje con cambiador de tomas Quik-Drive modelo QD3.

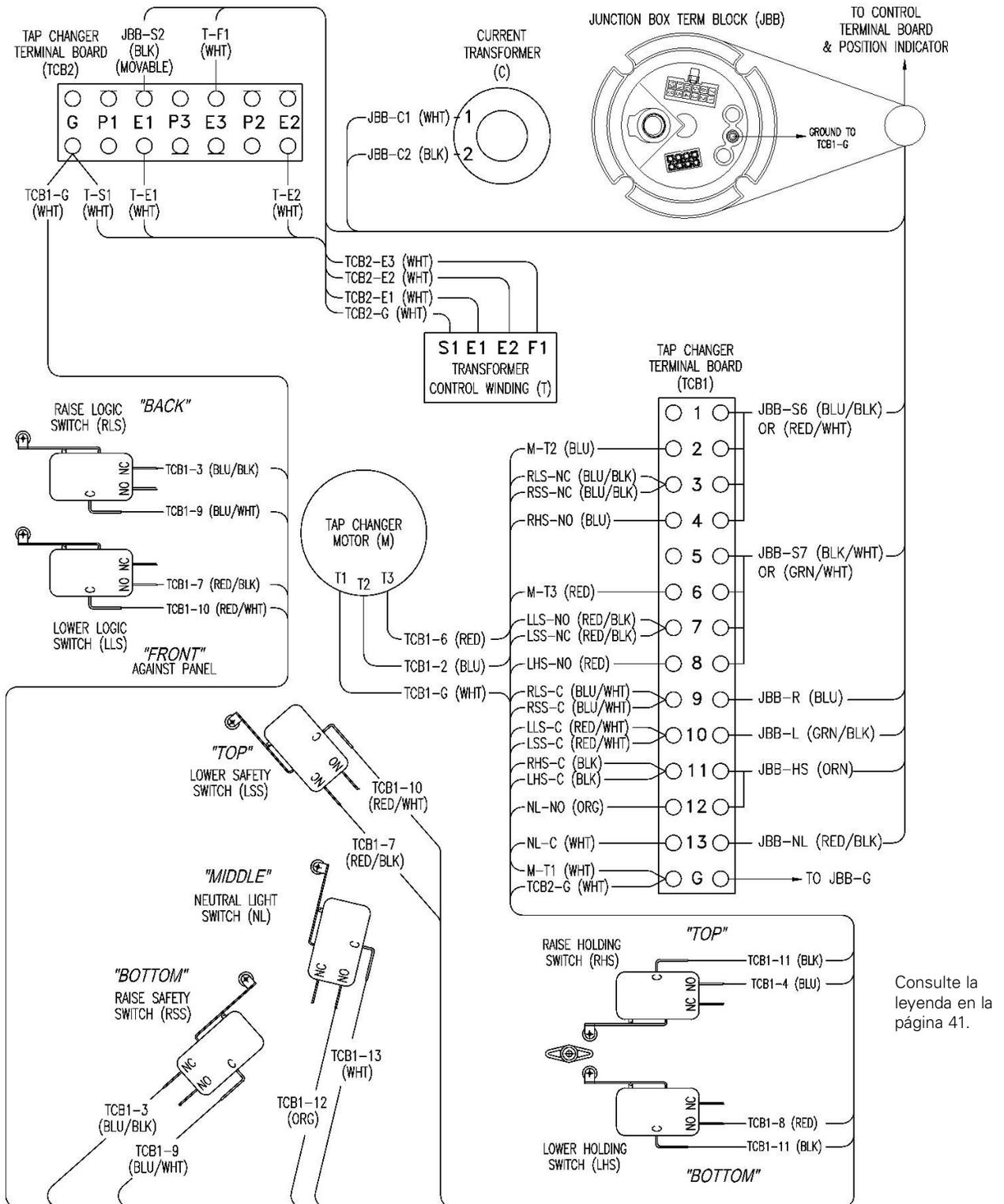


Figura 27. Alambrado interno típico de reguladores de voltaje con cambiadores de tomas Quik-Drive modelos QD5 y QD8.

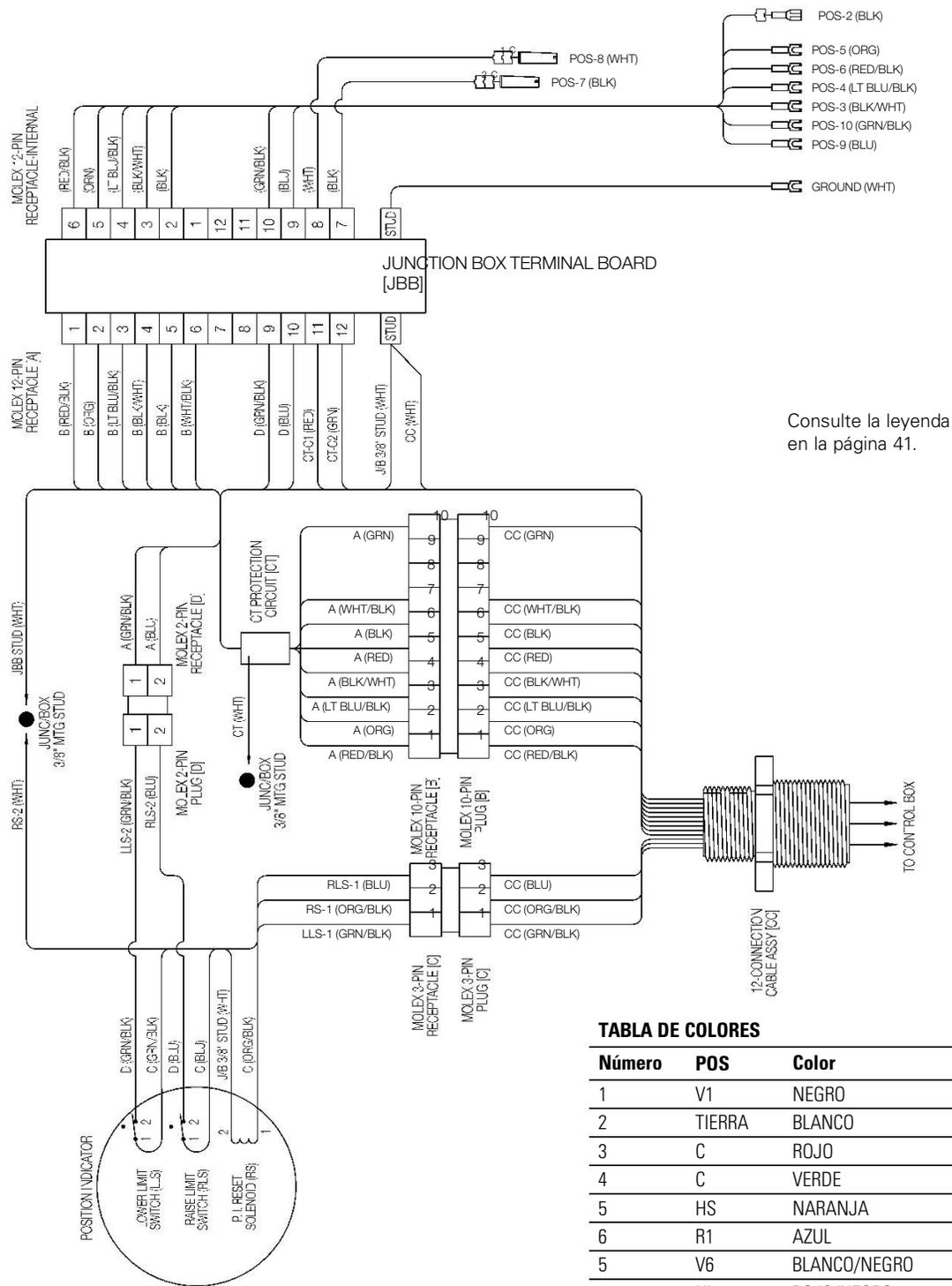
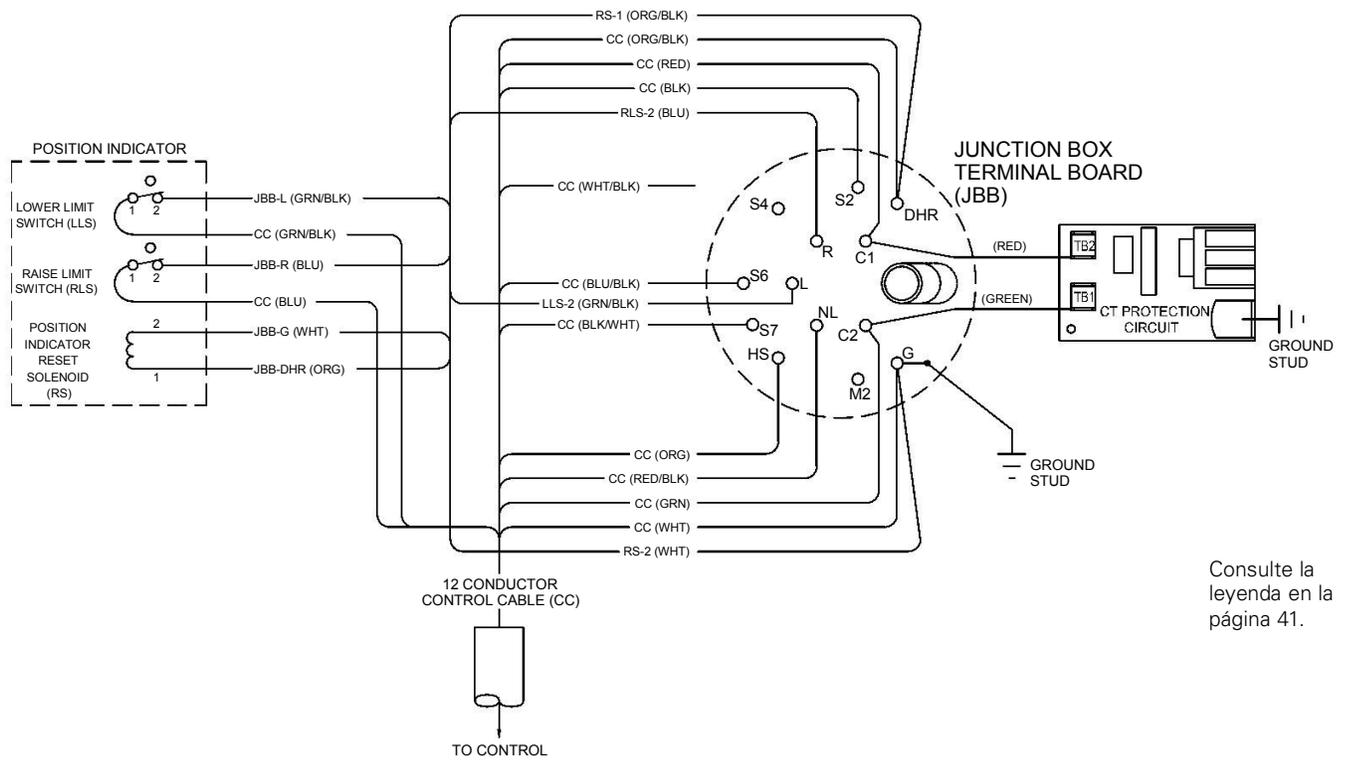


Figura 28. Diagrama de alambrado de la caja de empalmes.

TABLA DE COLORES

Número	POS	Color
1	V1	NEGRO
2	TIERRA	BLANCO
3	C	ROJO
4	C	VERDE
5	HS	NARANJA
6	R1	AZUL
5	V6	BLANCO/NEGRO
8	NL	ROJO/NEGRO
9	L1	VERDE/NEGRO
10	DHR	NARANJA/NEGRO
11	MC-1	CELESTE/NEGRO
12	MC-2	NEGRO/BLANCO
15	TIERRA	VERDE/AMARILLO



Consulte la leyenda en la página 41.

Figura 29. Diagrama de alambado de caja de empalmes previa.

Leyenda	
"BOTTOM"	"PARTE INFERIOR"
"LEFT"	"IZQUIERDA"
"MIDDLE"	"PARTE CENTRAL"
"RIGHT"	"DERECHA"
"TOP"	"PARTE SUPERIOR"
(BLK)	(NGR)
(BLK/WHT)	(NGR/BLA)
(BLU)	(AZU)
(BLU/BLK)	(AZU/NGR)
(BLU/WHT)	(AZU/BLA)
(BRN)	(MAR)
(GREEN)	(VERDE)
(GRN)	(VER)
(GRN/BLK)	(VER/NGR)
(GRN/WHT)	(VER/BLA)
(LT BLUE/BLK)	(CELE/NGR)
(MOVABLE)	(MÓVIL)
(NOTE 1)	(NOTA 1)
(ORG)	(NAR)
(ORG/BLK)	(NAR/NGR)
(ORN)	(NAR)
(RED)	(ROJ)
(RED/BLK)	(ROJ/NGR)
(RED/BLU)	(ROJ/AZU)
(RED/WHT)	(ROJ/BLA)
(VIO)	(VIO)
(WHT)	(BLA)
(WHT/BLK)	(BLA/NGR)
(WHT/BLU)	(BLA/AZU)
(WHT/BRN)	(BLA/MAR)
(WHT/GRN)	(BLA/VER)
(YEL)	(AMA)
12 CONDUCTOR CONTROL CABLE (CC)	CABLE DE CONTROL DE 12 CONDUCTORES (CC)
12-CONNECTION CABLE ASSY (CC)	CONJ DE CABLE DE 12 CONEXIONES (CC)
AGAINST PANEL	CONTRA TABLERO
CONTROL CABLE (CC)	CABLE DE CONTROL (CC)
CT PROTECTION CIRCUIT	CIRCUITO DE PROTECCIÓN DEL CT
CT PROTECTION CIRCUIT (CT)	CIRCUITO DE PROTECCIÓN DEL CT (CT)
CURRENT TRANSFORMER	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
GROUND STUD	ESPÁRRAGO DE PUESTA A TIERRA
GROUND TO	PONER A TIERRA EN

Leyenda	
J/B 3/8 IN STUD	ESPÁRRAGO 3/8 PULG CAJA EMPALMES
JUNC/BOX 3/8 IN MTG STUD	ESPÁRRAGO MONTAJE 3/8 PULG CAJA EMPALMES
JUNCTION BOX TERM BLOCK	BLOQUE BORNES CAJA EMPALMES
JUNCTION BOX TERMINAL BOARD (JBB)	TARJETA BORNES CAJA EMPALMES (JBB)
LOWER HOLDING SWITCH (LHS)	INTERRUPTOR DE RETENCIÓN INFERIOR (LHS)
LOWER LIMIT SWITCH (LLS)	INTERRUPTOR LIMITADOR DE REDUCIR (LLS)
LOWER LOGIC SWITCH (LLS)	INTERRUPTOR LÓGICO DE REDUCIR (LLS)
LOWER SAFETY SWITCH (LSS)	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DE REDUCIR (LSS)
MOLEX 10-PIN PLUG (B)	ENCHUFE MOLEX DE 10 CLAVIJAS (B)
MOLEX 10-PIN RECEPTACLE (B)	RECEPTÁCULO MOLEX DE 10 CLAVIJAS (B)
MOLEX 12-PIN RECEPTACLE (A)	RECEPTÁCULO MOLEX DE 12 CLAVIJAS (A)
MOLEX 12-PIN RECEPTACLE-INTERNAL	RECEPTÁCULO MOLEX DE 12 CLAVIJAS-INTERNO
MOLEX 2-PIN PLUG (D)	ENCHUFE MOLEX DE 2 CLAVIJAS (D)
MOLEX 2-PIN RECEPTACLE (D)	RECEPTÁCULO MOLEX DE 2 CLAVIJAS (D)
MOLEX 3-PIN PLUG (C)	ENCHUFE MOLEX DE 3 CLAVIJAS (C)
MOLEX 3-PIN RECEPTACLE (C)	RECEPTÁCULO MOLEX DE 3 CLAVIJAS (C)
MOTOR CAPACITOR	CONDENSADOR DE MOTOR
MOTOR RESISTOR (MR)	RESISTENCIA DEL MOTOR (MR)
NEUTRAL LIGHT SWITCH (NL)	INTERRUPTOR DE LUZ DE PUNTO MUERTO (NL)
OR	O BIEN
P.I. RESET SOLENOID (RS)	P.I. SOLENOIDE DE REPOSICIÓN (RS)
POSITION INDICATOR	INDICADOR DE POSICIÓN
POSITION INDICATOR RESET SOLENOID (RS)	SOLENOIDE DE REPOSICIÓN DE INDICADOR DE POSICIÓN (RS)
RAISE HOLDING SWITCH (RHS)	INTERRUPTOR DE RETENCIÓN DE ELEVAR (RHS)
RAISE LIMIT SWITCH (RLS)	INTERRUPTOR LIMITADOR DE ELEVAR (RLS)
RAISE LOGIC SWITCH (RLS)	INTERRUPTOR LÓGICO DE ELEVAR (RLS)
RAISE SAFETY SWITCH (RSS)	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DE ELEVAR (RSS)
STUD	ESPÁRRAGO
TAP CHANGER MOTOR	MOTOR DE CAMBIADOR DE TOMAS
TAP CHANGER TERMINAL BOARD	TARJETA DE BORNES DE CAMBIADOR DE TOMAS
TAP VOLTAGE	VOLTAJE DE TOMA
TO	A
TO CONTROL	AL CONTROL
TO CONTROL BOX	A CAJA DE CONTROL
TO CONTROL TERMINAL BOARD AND POSITION INDICATOR	A TARJETA DE BORNES DEL CONTROL E INDICADOR DE POSICIÓN
TRANSFORMER CONTROL WINDING	DEVANADO DE CONTROL DEL TRANSFORMADOR



Eaton
1000 Eaton Boulevard
Cleveland, OH 44122
Estados Unidos
Eaton.com

División Cooper Power Systems de Eaton
2300 Badger Drive
Waukesha, WI 53188 EE.UU.
Eaton.com/cooperpowerseries

© 2015 Eaton
Reservados todos los derechos
Printed in USA
Publicación N° MN225008ES / mayo 2015
(Reemplaza a S2251030S)

Eaton, Cooper Power, Evolution, ADD-AMP, UltraSIL, Metering-Plus y Quik-Drive son marcas comerciales valiosas de Eaton en los EE.UU. y otros países. No se permite el uso de estas marcas comerciales sin consentimiento previo por escrito de Eaton. Envirotamp™ y FR3™ son marcas comerciales bajo licencia de Cargill, Incorporated.

Las normas IEEE C57.13™-2008, IEEE C57.15™-2009 y IEEE C37.91™-2011, IEEE C37.90.1™-2012, IEEE C37.90.2™-2004, IEEE C57.131™-2012, IEEE C57.12.28™-2005, IEEE C57.12.31™-2010, IEEE C57.106™-2006, IEEE C57.147™-2008 son marcas comerciales de Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE). La presente publicación/producto no ha recibido el patrocinio ni la aprobación del IEEE. IEEE® es una marca registrada del Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. ANSI® es una marca registrada del American National Standards Institute. NEMA® es una marca registrada de la National Electrical Manufacturers Association. Molex® es una marca registrada de Molex.

Para información sobre los reguladores de voltaje serie Cooper Power de Eaton, llame al 1-877-277-4636, o visite: www.eaton.com/cooperpowerseries.

ACSR

ACSR



Aplicaciones
Documento propiedad de PROCABLES S.A. C.I.
Prohibida su reproducción o copia total y parcial.

Lineas aéreas de transmisión y distribución. También como neutro mensajero en los cables múltiplex de baja tensión.

Construcción

Son alambres de aluminio 1350-H19 cableados alrededor de un núcleo de acero galvanizado. Clase A y opcionalmente clase B y HS. Engrasado para protección contra corrosión.

Características

- Alta carga a la rotura.

Normas

NTC 309, NTC 461, ASTM B-232, ASTM B-498.

Applications

Overhead transmission and distribution lines. Also, as neutral messenger in low voltage multiplex cables.

Construction

Aluminum 1350-H19 wires, concentrically stranded around a galvanized steel core wire. Class A and optionally class B and HS. Greased as a protection against corrosion.

Features

- High tensile strength.

Standards

NTC 309, NTC 461, ASTM B-232, ASTM B-498.

Nombre clave	Calibre	N° hilos		Diámetro de cada hilo				Diámetro núcleo de acero		Diámetro exterior		Área sección de Aluminio		
		Aluminio	Acero	Aluminio		Acero								
Code word	Size	N° of wire		Nominal wire diameter				Steel core diameter		Overall cable diameter		Aluminum cross section		
		AWG or kcmil	Aluminum	Steel	Aluminum		Steel		mm	in	mm	in	mm ²	kcmil
					mm	mils	mm	mils						
Petrel	101,8	12	7	2,34	92,1	2,34	92,1	7,02	0,276	11,7	0,46	51,6	101,8	
Minorca	110,8	12	7	2,44	96,1	2,44	96,1	7,32	0,288	12,2	0,481	56,2	110,8	
Leghorn	134,6	12	7	2,69	105,9	2,69	105,9	8,07	0,318	13,5	0,53	68,2	134,6	
Guinea	159	12	7	2,92	115,1	2,92	115,1	8,77	0,345	14,6	0,58	80,6	159	
Dotterel	176,9	12	7	3,08	121,4	3,08	121,4	9,25	0,364	15,4	0,607	89,6	176,9	
Dorking	190,8	12	7	3,20	126,1	3,20	126,1	9,61	0,378	16,0	0,631	96,7	190,8	
Brahma	203,2	16	19	2,86	112,7	2,48	97,7	12,4	0,489	18,1	0,714	103	203,3	
Dog	207,2	6	7	4,72	185,8	1,57	61,8	4,71	0,185	14,2	0,557	105	207,2	
Cochin	211,3	12	7	3,37	132,7	3,37	132,7	10,1	0,398	16,9	0,66	107	211,2	
Wren	8	6	1	1,33	52,4	1,33	52,4	1,33	0,052	4,0	0,157	8,30	16,5	
Turkey	6	6	1	1,68	66,1	1,68	66,1	1,68	0,066	5,0	0,198	13,30	26,2	
Thrush	5	6	1	1,89	74,4	1,89	74,4	1,89	0,074	5,7	0,223	16,80	33,2	
Swan	4	6	1	2,12	83,4	2,12	83,4	2,12	0,083	6,4	0,25	21,14	41,7	
Swanate	4	7	1	1,96	77,2	2,61	102,8	2,61	0,103	6,5	0,257	21,12	41,7	
Swallow	3	6	1	2,38	93,7	2,38	93,7	2,38	0,094	7,1	0,281	26,69	52,7	
Sparrow	2	6	1	2,67	105,2	2,67	105,2	2,67	0,105	8,0	0,316	33,64	66,4	
Sparate	2	7	1	2,47	97,4	3,29	129,5	3,29	0,13	8,2	0,324	33,65	66,4	
Robin	1	6	1	3,00	118,1	3,00	118,1	3,00	0,118	9,0	0,354	42,41	83,7	
Raven	1/0	6	1	3,37	132,7	3,37	132,7	3,37	0,133	10,1	0,398	53,55	105,7	
Quail	2/0	6	1	3,78	148,9	3,78	148,9	3,78	0,149	11,4	0,447	67,40	133	
Pigeon	3/0	6	1	4,25	167,2	4,25	167,2	4,25	0,167	12,7	0,502	85,00	167,7	
Auk	203	8	7	4,05	159,3	2,25	88,6	6,75	0,266	14,8	0,584	102,9	203	
Penguin	4/0	6	1	4,77	187,8	4,77	187,8	4,77	0,188	14,3	0,563	107,2	211,6	
Coyote	260	26	7	2,54	100,0	1,98	78,0	5,94	0,234	16,1	0,634	131,7	260	
Waxwing	266,8	18	1	3,09	121,7	3,09	121,7	3,09	0,122	15,5	0,608	135,1	266,8	
Owl	266,8	6	7	5,36	211,0	1,79	70,5	5,37	0,211	16,1	0,633	135,4	266,8	
Partridge	266,8	26	7	2,57	101,3	2,00	78,8	6,01	0,236	16,3	0,642	135,2	266,8	
Phoebe	300	18	1	3,28	129,1	3,28	129,1	3,28	0,129	16,4	0,646	152,1	300,2	
Ostrich	300	26	7	2,73	107,4	2,12	83,5	6,36	0,251	17,3	0,680	152,0	299,9	
Piper	300	30	7	2,54	100	2,54	100	7,62	0,3	17,8	0,700	152,0	300	
Merlin	336,4	18	1	3,47	136,7	3,47	136,7	3,47	0,137	17,4	0,683	170,4	336,4	
Linnet	336,4	26	7	2,89	113,7	2,25	88,4	6,74	0,265	18,3	0,720	170,3	336,4	
Oriole	336,4	30	7	2,69	105,9	2,69	105,9	8,07	0,318	18,8	0,741	170,5	336,4	
Chickadee	397,5	18	1	3,77	148,6	3,77	148,6	3,77	0,149	18,9	0,743	201,4	397,5	
Brant	397,5	24	7	3,27	128,7	2,18	85,8	6,54	0,257	19,6	0,772	201,4	397,5	

Nombre clave	Masa nominal						Esfuerzo mínimo de c/hilo de acero al 1% de extensión		Carga a la rotura del cable ACSR		Resistencia nominal c.c. a 20°C		Capacidad de corriente
	Aluminio		Acero		Total								
Code word	Total mass						Stress at 1 % extension of each steel wire		Rated strength ACSR		Nominal d.c. Resistance at 20 °C		Ampacity
	Aluminum		Steel		Total								
	kg/km	lb/1000 ft	kg/km	lb/1000 ft	kg/km	lb/1000 ft	Mínimo MPa	Minimum ksi	kgf	kips	Ω/ km	Ω/1000 ft	A*
Petrel	143	96,06	234,9	157,9	377,9	253,9	1275	185	4717	10,4	0,56	0,171	234
Minorca	155,7	104,63	255,9	171,9	412	276,6	1275	185	5126	11,3	0,5142	0,157	244
Leghorn	189,1	127,06	310,7	208,8	500	335,9	1275	185	6169	13,6	0,4234	0,129	269
Guinea	223,4	150,13	367,2	246,7	591	396,8	1275	185	7258	16,0	0,3584	0,109	291
Dotterel	248,5	167,01	408,4	274,5	657	441,5	1241	180	7847	17,3	0,3221	0,098	306
Dorking	268,1	180,14	440,6	296	709	476,2	1241	180	8482	18,7	0,2986	0,091	317
Brahma	285,6	191,9	719,5	483,5	1005	675,4	1275	185	12882	28,4	0,2803	0,085	319
Dog	288,2	193,69	105,9	71,13	394	264,8	1310	190	3438	7,58	0,2724	0,083	354
Cochin	296,8	199,42	487,7	327,7	784	527,1	1241	180	9390	20,7	0,2698	0,082	332
Wren	22,90	15,38	10,8	7,26	33,7	22,6	1310	190	640	0,75	0,149	1,046	80
Turkey	36,50	24,51	17,2	11,57	53,7	36,1	1310	190	540	0,79	2,152	0,6561	106
Thrush	46,20	31,06	21,8	14,67	68,0	45,7	1310	190	676	1,49	1,699	0,5178	122
Swan	58,00	39	27,4	18,42	85,5	57,4	1310	190	844	1,86	1,353	0,4123	140
Swanate	58,00	38,97	40,6	27,97	99,6	66,9	1275	185	1070	2,36	1,354	0,4127	140
Swallow	73,30	49,25	34,6	23,26	108	72,5	1275	185	1043	2,30	1,071	0,3265	161
Sparrow	92,40	62,07	43,6	29,31	136	91,4	1275	185	1293	2,85	0,8499	0,2591	184
Sparate	92,40	62,08	66,1	44,44	159	106,5	1241	180	1651	3,64	0,8498	0,259	181
Robin	116,4	78,25	55,0	36,95	171	115,2	1275	185	1610	3,55	0,6742	0,2055	211
Raven	147,0	98,79	69,4	46,66	216	145,5	1241	180	1987	4,38	0,534	0,1628	242
Quail	185,1	124,4	87,4	58,73	272	183,1	1172	170	2404	5,30	0,4242	0,1293	276
Pigeon	233,4	156,8	110,2	74,06	344	230,9	1172	170	3003	6,62	0,3364	0,1025	315
Auk	283,8	190,7	217,4	146,1	501	336,8	1310	190	5216	11,5	0,2794	0,0852	339
Penguin	294,4	197,8	139,0	93,42	433	291,2	1172	170	3787	8,35	0,2667	0,0813	359
Coyote	365,3	245,5	168,4	113,1	534	358,6	1310	190	5080	11,2	0,2192	0,0668	450
Waxwing	372,7	250,4	58,4	39,23	431	289,6	1241	180	3121	6,88	0,2127	0,0648	449
Owl	371,7	249,8	137,6	92,46	509	342,2	1310	190	4404	9,71	0,2112	0,0644	457
Partridge	374,8	251,9	172,1	115,7	547	367,0	1310	190	5126	11,3	0,2136	0,0651	457
Phoebe	419,6	282	65,7	44,17	485	326,2	1241	180	3511	7,74	0,1889	0,0576	483
Ostrich	421,4	283,1	193,2	129,8	615	412,9	1310	190	5761	12,7	0,190	0,0579	493
Piper	422,5	283,9	277,1	186,2	700	470,1	1275	185	7121	15,7	0,190	0,058	498
Merlin	470,2	316	73,7	49,50	544	365,5	1241	180	3937	8,68	0,1686	0,0514	519
Linnet	472,2	317,3	216,4	145,4	689	462,8	1310	190	6396	14,1	0,170	0,0517	529
Oriole	473,9	318,4	310,7	208,8	785	527,2	1275	185	7847	17,3	0,170	0,0517	536
Chickadee	555,6	373,3	87,0	58,48	643	431,8	1172	170	4509	9,94	0,1427	0,0435	576
Brant	558,5	375,3	203,9	137	762	512,3	1310	190	6622	14,6	0,143	0,0437	584

* Capacidad de corriente de conductores desnudos al aire libre, con base en temperatura ambiente de 25 °C, temperatura en el conductor 75 °C, velocidad del viento 0,6 m/s, emisividad del conductor 0,5, radiación solar 1000 W/m² a nivel del mar.

* Allowed ampacities of bare conductors in free air, based on ambient temperature of 25 °C, conductor temperature of 75 °C, wind velocity 2 ft/s, conductor emissivity 0,5, solar radiation 96 W/ft², at sea level.

Nombre clave	Calibre	N° hilos		Diámetro de cada hilo				Diámetro núcleo de acero		Diámetro exterior		Área sección de Aluminio	
		Aluminio	Acero	Aluminio		Acero							
Code word	Size	N° of wire		Nominal wire diameter				Steel core diameter		Overall cable diameter		Aluminum cross section	
				Aluminum		Steel							
	AWG or kcmil	Aluminum	mm	mils	mm	mils	mm	in	mm	in	mm ²	kcmil	
Ibis	397,5	26	7	3,14	123,6	2,44	96,1	7,32	0,288	19,9	0,783	201,2	397,5
Lark	397,5	30	7	2,92	115,1	2,92	115,1	8,77	0,345	20,5	0,806	201,4	397,5
Pelican	477	18	1	4,14	162,8	4,14	162,8	4,14	0,163	20,7	0,814	241,7	477
Flicker	477	24	7	3,58	141,0	2,39	94,0	7,16	0,282	21,5	0,846	241,7	477
Hawk	477	26	7	3,44	135,4	2,68	105,3	8,03	0,316	21,8	0,858	241,5	477
Hen	477	30	7	3,20	126,1	3,20	126,1	9,61	0,378	22,4	0,883	241,7	477
Heron	500	30	7	3,28	129,1	3,28	129,1	9,84	0,387	23,0	0,904	253,5	500
Osprey	556,5	18	1	4,47	175,8	4,47	175,8	4,47	0,176	22,3	0,879	281,8	556,5
Parakeet	556,5	24	7	3,87	152,3	2,58	101,5	7,73	0,304	23,2	0,914	282	556,5
Dove	556,5	26	7	3,72	146,3	2,89	113,8	8,67	0,341	23,5	0,927	282	556,5
Eagle	556,5	30	7	3,46	136,2	3,46	136,2	10,4	0,409	24,2	0,953	281,9	556,5
Peacock	605	24	7	4,03	158,8	2,69	105,9	8,07	0,318	24,2	0,953	306,7	605
Squab	605	26	7	3,87	152,5	3,01	118,6	9,04	0,356	24,5	0,966	306,5	605
Woodduck	605	30	7	3,61	142,0	3,61	142,0	10,8	0,426	25,3	0,994	306,6	605
Teal	605	30	19	3,61	142,0	2,16	85,2	10,82	0,426	25,3	0,994	306,6	605
Duck	605	54	7	2,69	105,9	2,69	105,9	8,07	0,318	24,2	0,953	306,9	605
Kingbird	636	18	1	4,78	188,0	4,78	188,2	4,78	0,188	23,9	0,94	322,3	636
Rook	636	24	7	4,14	162,8	2,76	108,5	8,27	0,326	24,8	0,977	322,3	636
Grosbeak	636	26	7	3,97	156,4	3,09	121,6	9,27	0,365	25,2	0,991	322,3	636
Scoter	636	30	7	3,70	145,6	3,70	145,6	11,1	0,437	25,9	1,019	322,2	636
Egret	636	30	19	3,70	145,6	2,22	87,4	11,1	0,437	25,9	1,019	322,2	636
Swift	636	36	1	3,38	132,9	3,38	132,9	3,38	0,133	23,6	0,93	322,3	636
Goose	636	54	7	2,76	108,5	2,76	108,7	8,28	0,326	24,8	0,977	322,1	636
Flamingo	666,6	24	7	4,23	166,7	2,82	111,1	8,47	0,333	33,9	1,333	337,8	666,6
Gannet	666,6	26	7	4,07	160,1	3,16	124,5	9,49	0,373	25,8	1,014	337,8	666,6
Gull	666,6	54	7	2,82	111,0	2,82	111,0	8,46	0,333	25,4	0,999	337,3	665,6
Stilt	715,5	24	7	4,39	172,7	2,92	115,1	8,77	0,345	26,3	1,036	362,6	715,6
Starling	715,5	26	7	4,21	165,9	3,28	129	9,83	0,387	26,7	1,051	362,6	715,6
Redwing	715,5	30	19	3,92	154,4	2,35	92,6	11,8	0,463	27,5	1,081	362,4	715,3
Crow	715,5	54	7	2,92	115	2,92	115,0	8,8	0,345	26,3	1,035	361,6	713,7
Cuckoo	795	24	7	4,62	182	3,08	121,3	9,2	0,364	27,7	1,092	402,9	795
Drake	795	26	7	4,44	174,9	3,45	136,0	10,4	0,408	28,1	1,107	402,9	795,2
Coot	795	36	1	3,77	148,6	3,77	148,6	3,8	0,149	26,4	1,04	402,7	794,8
Tern	795	45	7	3,38	132,9	2,25	88,6	6,8	0,266	27,0	1,063	402,8	795
Condor	795	54	7	3,08	121,3	3,08	121,3	9,2	0,364	27,7	1,092	402,6	794,5
Mallard	795	30	19	4,14	162,8	2,48	97,7	12,4	0,489	29,0	1,14	402,9	795,1

Nombre clave	Masa nominal						Esfuerzo mínimo de c/hilo de acero al 1% de extensión	Carga a la rotura del cable ACSR	Resistencia nominal c.c. a 20°C	Capacidad de corriente			
	Aluminio		Acero		Total								
Code word	Total mass						Stress at 1% extension of each steel wire	Rated strength ACSR	Nominal d.c. resistance at 20 °C		Ampacity		
	Aluminum		Steel		Total								
	kg/km	lb/ kft	kg/km	lb/ kft	kg/km	lb/ kft						Mínimo MPa	Minimum ksi
Ibis	557,9	374,9	256,0	172	812,6	546,0	1275	185	7394	16,3	0,1435	0,0437	587
Lark	559,9	376,2	372,9	250,5	925,3	621,8	1275	185	9208	20,3	0,1437	0,0438	595
Pelican	666,9	448,1	105,0	70,6	769,8	517,3	1172	170	5352	11,8	0,1189	0,0362	646
Flicker	670,2	450,3	245,0	164,6	913,6	613,9	1275	185	7802	17,2	0,120	0,0364	655
Hawk	669,6	449,9	307,3	206,5	977	656,4	1275	185	8860	19,5	0,1196	0,0364	659
Hen	671,9	451,5	440,6	296	1112	747,5	1241	180	10804	23,8	0,1197	0,0365	667
Heron	704,5	473,4	462,0	310,4	1167	783,9	1241	180	11330	25,0	0,1142	0,0348	687
Osprey	777,6	522,5	121,8	81,86	899	604,4	1172	170	6220	13,7	0,102	0,0311	711
Parakeet	781,9	525,4	285,4	191,8	1067	717,2	1275	185	8988	19,8	0,1024	0,0312	721
Dove	781,8	525,3	358,9	241,2	1141	766,5	1275	185	10255	22,6	0,1024	0,0312	726
Eagle	783,5	526,5	513,8	345,3	1297	871,8	1241	180	12600	27,8	0,1027	0,0313	734
Peacock	850,5	571,5	310,7	208,8	1161	780,3	1275	185	9781	21,6	0,094	0,0287	760
Squab	849,7	571	389,6	261,8	1239	832,8	1275	185	11037	24,3	0,094	0,0287	765
Woodduck	852	572,5	558,7	375,4	1411	948,0	1172	170	13118	28,9	0,094	0,0288	774
Teal	852	572,5	546,9	367,5	1399	940,0	1310	190	13592	30,0	0,094	0,0288	773
Duck	850,9	571,8	310,7	208,8	1162	780,6	1275	185	10073	22,2	0,094	0,0287	751
Kingbird	889,4	597,6	139,6	93,81	1029	691,4	1172	170	7117	15,7	0,089	0,0272	774
Rook	893,6	600,5	326,2	219,2	1220	819,6	1275	185	10272	22,6	0,090	0,0273	784
Grosbeak	893,7	600,5	409,8	275,3	1303	875,9	1241	180	11432	25,2	0,090	0,0273	789
Scoter	895,6	601,8	587,3	394,6	1483	996,4	1172	170	13789	30,4	0,090	0,0274	798
Egret	895,6	601,8	575,6	386,8	1471	988,6	1310	190	14299	31,5	0,090	0,0274	798
Swift	889,1	597,5	69,6	46,8	959	644,3	1241	180	6242	13,8	0,089	0,0272	760
Goose	893,2	600,2	327,1	219,8	1220	820,0	1275	185	10588	23,3	0,090	0,0273	775
Flamingo	936,5	629,3	342	229,8	1278	859,1	1275	185	10767	23,7	0,085	0,0261	808
Gannet	936,5	629,3	429,4	288,5	1366	917,8	1241	180	11979	26,4	0,085	0,0261	813
Gull	935,1	628,4	341,5	229,5	1277	857,8	1275	185	10962	24,2	0,086	0,0261	796
Stilt	1005	675,6	367,2	246,7	1373	922,3	1275	185	11560	25,5	0,08	0,0243	844
Starling	1005	675,6	461,2	309,9	1467	985,5	1241	180	12863	28,4	0,08	0,0243	849
Redwing	1007	676,9	646,1	434,1	1653	1111	1275	185	15673	34,6	0,080	0,0243	859
Crow	1003	673,7	366,2	246	1369	919,8	1275	185	11753	25,9	0,080	0,0243	832
Cuckoo	1117	750,6	407,6	273,9	1525	1024	1241	180	12662	27,9	0,072	0,0218	901
Drake	1117	750,7	512,3	344,3	1629	1095	1241	180	14292	31,5	0,072	0,0218	907
Coot	1111	746,6	87,0	58,48	1198	805,1	1172	170	7596	16,7	0,071	0,0217	872
Tem	1117	750,5	217,4	146,1	1334	896,6	1310	190	10012	22,1	0,072	0,0218	879
Condor	1116	750,1	407,6	273,9	1524	1024	1241	180	12780	28,2	0,072	0,0219	889
Mallard	1120	752,4	719,5	483,5	1839	1236	1275	185	17442	38,5	0,072	0,0219	917

* Capacidad de corriente de conductores desnudos al aire libre, con base en temperatura ambiente de 25 °C, temperatura en el conductor 75 °C, velocidad del viento 0,6 m/s, emisividad del conductor 0,5, radiación solar 1000 W/m² a nivel del mar.

* Allowed ampacities of bare conductors in free air, based on ambient temperature of 25 °C, conductor temperature of 75 °C, wind velocity 2 ft/s, conductor emissivity 0,5, solar radiation 96 W/ft² at sea level.

Nombre clave	Calibre	N° hilos		Diámetro de cada hilo				Diámetro núcleo de acero		Diámetro exterior		Área sección de Aluminio	
		Aluminio	Acero	Aluminio		Acero							
Code word	Size	N° of wire		Nominal wire diameter				Steel core diameter		Overall cable diameter		Aluminum cross section	
				Aluminum		Steel							
	AWG or kcmil	Aluminum	mm	mils	mm	mils	mm	in	mm	in	mm²	kcmil	
Crane	874,5	54	7	3,23	127,2	3,23	127,2	9,69	0,381	29,1	1,144	442,5	873,2
Ruddy	900	45	7	3,59	141,4	2,40	94,3	7,19	0,283	28,7	1,131	456	899,9
Canary	900	54	7	3,28	129,1	3,28	129,1	9,84	0,387	29,5	1,162	456	899,9
Catbird	954	36	1	4,14	162,8	4,14	162,8	4,14	0,163	29,0	1,140	483,4	954,1
Rail	954	45	7	3,70	145,6	2,47	97,1	7,4	0,291	29,6	1,165	483,3	953,8
Cardinal	954	54	7	3,38	132,9	3,38	132,9	10,1	0,399	30,4	1,196	483,4	954
Tanager	1033,5	36	1	4,30	169,4	4,30	169,4	4,3	0,169	30,1	1,186	523,5	1033
Ortolan	1033,5	45	7	3,85	151,5	2,57	101,0	7,7	0,303	30,8	1,212	523,3	1033
Curlew	1033,5	54	7	3,51	138,3	3,51	138,3	10,5	0,415	31,6	1,245	523,4	1033
Bluejay	1113	45	7	4,00	157,3	2,66	104,9	7,99	0,315	32,0	1,258	564,1	1113
Finch	1113	54	19	3,65	143,6	2,19	86,2	11,0	0,431	32,8	1,292	564,1	1113
Bunting	1192,5	45	7	4,14	162,8	2,76	108,5	8,27	0,326	33,1	1,302	604,3	1193
Grackle	1192,5	54	19	3,77	148,6	2,27	89,2	11,3	0,446	34,0	1,338	604,1	1192
Skylark	1272	36	1	4,78	188	4,78	188	4,78	0,188	33,4	1,316	644,7	1272
Bittern	1272	45	7	4,27	168,1	2,85	112,1	8,54	0,336	34,2	1,345	644,4	1272
Pheasant	1272	54	19	3,90	153,5	2,34	92,1	11,7	0,460	35,1	1,381	644,7	1272
Dipper	1351,5	45	7	4,40	173,3	2,93	115,5	8,8	0,347	35,2	1,386	684,9	1352
Martin	1351,5	54	19	4,02	158,2	2,41	94,9	12,1	0,474	36,2	1,424	684,7	1351
Bersimis	1361	42	7	4,57	179,9	2,54	100	7,62	0,300	35,0	1,38	688,9	1360
Bobolink	1431	45	7	4,53	178,3	3,02	118,9	9,06	0,357	36,2	1,427	724,9	1431
Plover	1431	54	19	4,14	162,8	2,48	97,7	12,4	0,489	37,2	1,465	725,2	1431
Nuthatch	1510,5	45	7	4,65	183,2	3,10	122,1	9,3	0,366	37,2	1,465	765,2	1510
Parrot	1510,5	54	19	4,25	167,2	2,55	100,3	12,7	0,502	38,2	1,505	765	1510
Lapwing	1590	45	7	4,78	188	3,18	125,3	9,55	0,376	38,2	1,504	805,8	1590
Falcon	1590	54	19	4,36	171,6	2,62	103	13,1	0,515	39,2	1,545	805,9	1590
Chukar	1780	84	19	3,70	145,7	2,22	87,4	11,1	0,437	40,7	1,602	903,2	1782
Bluebird	2156	84	19	4,07	160,2	2,44	96,1	12,2	0,481	44,8	1,762	1092,3	2156
Kiwi	2167	72	7	4,41	173,5	2,94	115,7	8,82	0,347	44,1	1,735	1098,3	2168
Thrasher	2312	76	19	4,43	174,4	2,07	81,4	10,3	0,407	45,8	1,802	1171,4	2312

Nombre clave	Masa nominal						Esfuerzo mínimo de c/hilo de acero al 1% de extensión	Carga a la rotura del cable ACSR	Resistencia nominal c.c. a 20°C		Capacidad de corriente		
	Aluminio		Acero		Total								
Code word	Total mass						Stress at 1% extension of each steel wire	Rated strength	Nominal d.c. resistance at 20 °C		Ampacity		
	Aluminum		Steel		Total								
	kg/km	lb/ kft	kg/km	lb/ kft	kg/km	lb/ kft	Mínimo MPa	Minimum ksi	kgf	kips	W/ km	W/kft	A*
Crane	824,4	1226,8	301,1	448,0	1125	1675	1241	180	31,0	14046	0,065	0,0199	943
Ruddy	849,6	1264,3	165,5	246,3	1015	1511	1275	185	24,4	11086	0,063	0,0193	949
Canary	849,6	1264,3	310,3	461,7	1160	1726	1241	180	31,9	14475	0,063	0,0193	960
Catbird	896,3	1333,9	70,2	104,5	966,5	1438	1172	170	19,8	8964	0,059	0,0181	976
Rail	900,5	1340,1	175,5	261,1	1076	1601	1275	185	25,9	11751	0,060	0,0182	983
Cardinal	1340,2	900,6	489,4	328,9	1830	1229	1241	180	15344	33,8	0,060	0,0182	996
Tanager	1444,5	970,6	113,1	76,02	1558	1047	1172	170	9707	21,4	0,055	0,0167	1025
Ortolan	1451	975	282,5	189,9	1734	1165	1275	185	12552	27,7	0,055	0,0168	1033
Curlew	1451,2	975,2	530,0	356,1	1981	1331	1241	180	16615	36,6	0,055	0,0168	1046
Bluejay	1564	1051	304,8	204,8	1869	1256	1275	185	13533	29,8	0,051	0,0156	1081
Finch	1571,7	1056	559,6	376,1	2131	1432	1310	190	17726	39,1	0,051	0,0157	1092
Bunting	1675,5	1126	326,2	219,2	2002	1345	1275	185	14494	32,0	0,048	0,0146	1127
Grackle	1683	1131	599,7	403,0	2283	1534	1310	190	18988	41,9	0,048	0,0146	1137
Skylark	1778,7	1195	139,3	93,62	1918	1289	1172	170	11954	26,4	0,045	0,0136	1163
Bittern	1786,7	1201	348,1	233,9	2135	1434	1275	185	15459	34,1	0,045	0,0137	1172
Pheasant	1796,4	1207	639	429,4	2435	1636	1275	185	19776	43,6	0,045	0,0137	1185
Dipper	1898,9	1276	369,7	248,4	2269	1524	1275	185	16426	36,2	0,042	0,0129	1215
Martin	1907,7	1282	678,4	455,8	2586	1738	1275	185	20998	46,3	0,042	0,0129	1229
Bersimis	1910,1	1284	277,1	186,2	2187	1470	1275	185	14869	32,8	0,042	0,0128	1215
Bobolink	2010	1351	391,7	263,2	2402	1614	1275	185	17393	38,3	0,040	0,0121	1258
Plover	2020,4	1358	719,5	483,5	2740	1841	1275	185	22255	49,1	0,040	0,0122	1273
Nuthatch	2121,6	1426	413,0	277,5	2535	1703	1241	180	18173	40,1	0,038	0,0115	1300
Parrot	2131,3	1432	758,3	509,5	2890	1942	1275	185	23466	51,7	0,038	0,0116	1315
Lapwing	2234,3	1501	435,1	292,4	2669	1794	1241	180	19141	42,2	0,036	0,0109	1340
Falcon	2245,2	1509	799,3	537,1	3045	2046	1275	185	24727	54,5	0,036	0,011	1356
Chukar	2516,4	1691	575,6	386,8	3092	2078	1310	190	23139	51,0	0,032	0,0098	1454
Bluebird	3043,3	2045	695,9	467,6	3739	2513	1275	185	27344	60,3	0,027	0,0081	1623
Kiwi	3059,9	2056	370,9	249,3	3431	2305	1275	185	22609	49,8	0,026	0,0081	1610
Thrasher	3263,7	2193	499,5	335,6	3763	2529	1310	190	25718	56,7	0,025	0,0076	1675

* Capacidad de corriente de conductores desnudos al aire libre, con base en temperatura ambiente de 25 °C, temperatura en el conductor 75 °C, velocidad del viento 0,6 m/s, emisividad del conductor 0,5, radiación solar 1000 W/m² a nivel del mar.

* Allowed ampacities of bare conductors in free air, based on ambient temperature of 25 °C, conductor temperature of 75 °C, wind velocity 2 ft/s, conductor emissivity 0,5, solar radiation 96 W/ft² at sea level.



DISNORTE-DISSUR

Índice

04/04/2006

2. MANUAL DE CONSTRUCCIÓN
DE REDES DE DISTRIBUCIÓN
13.2/24.9 KV



INDICE MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN 13.2 KV/24.9 KV

- 2 Manual de Construcción de Redes de Distribución 13.2 Kv/24.9 Kv
 - 2.1 Manual de Construcción Lineas Aéreas Media Tensión 13.2 KV
 - 01 Armados Monofásicos 13.2 KV
 - 02 Armados Simple Trifásico 13.2 KV
 - 03 Armados Circuito Doble Trifásico 13.2 KV
 - 05 Protecciones y Maniobra 13.2 KV
 - 06 Retenidas 13.2 KV
 - 07 Aislamiento 13.2 KV
 - 08 Paso Aéreo Subterráneo 13.2 KV
 - 15 Puesta a Tierra 13.2 KV
 - 2.2 Manual de Construcción Lineas Aéreas Media Tensión 24.9 Kv
 - 01 Armados Monofásicos 24.9 KV
 - 02 Armados Simple Trifásico 24.9 KV
 - 03 Armados Circuito Doble Trifásico 24.9 KV
 - 05 Protecciones y Maniobra 24.9 KV
 - 06 Retenidas 24.9 KV
 - 07 Aislamiento 24.9 KV
 - 08 Paso Aéreo Subterráneo 24.9 KV
 - 15 Puesta a Tierra 24.9 KV
 - 2.4 Manual de Construcción Centros de Transformación Tipo Poste 13.2 Kv
 - 04 Transformadores Tipo Poste 13.2 KV
 - 2.5 Manual de Construcción Centros de Transformación Tipo Poste 24.9 Kv
 - 04 Transformadores Tipo Poste 24.9 KV



DISNORTE-DISSUR

Índice

01 ARMADOS MONOFÁSICOS

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO < 5°, ACSR 4/0 AWG 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4321100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO < 5°, ACSR 4/0 AWG

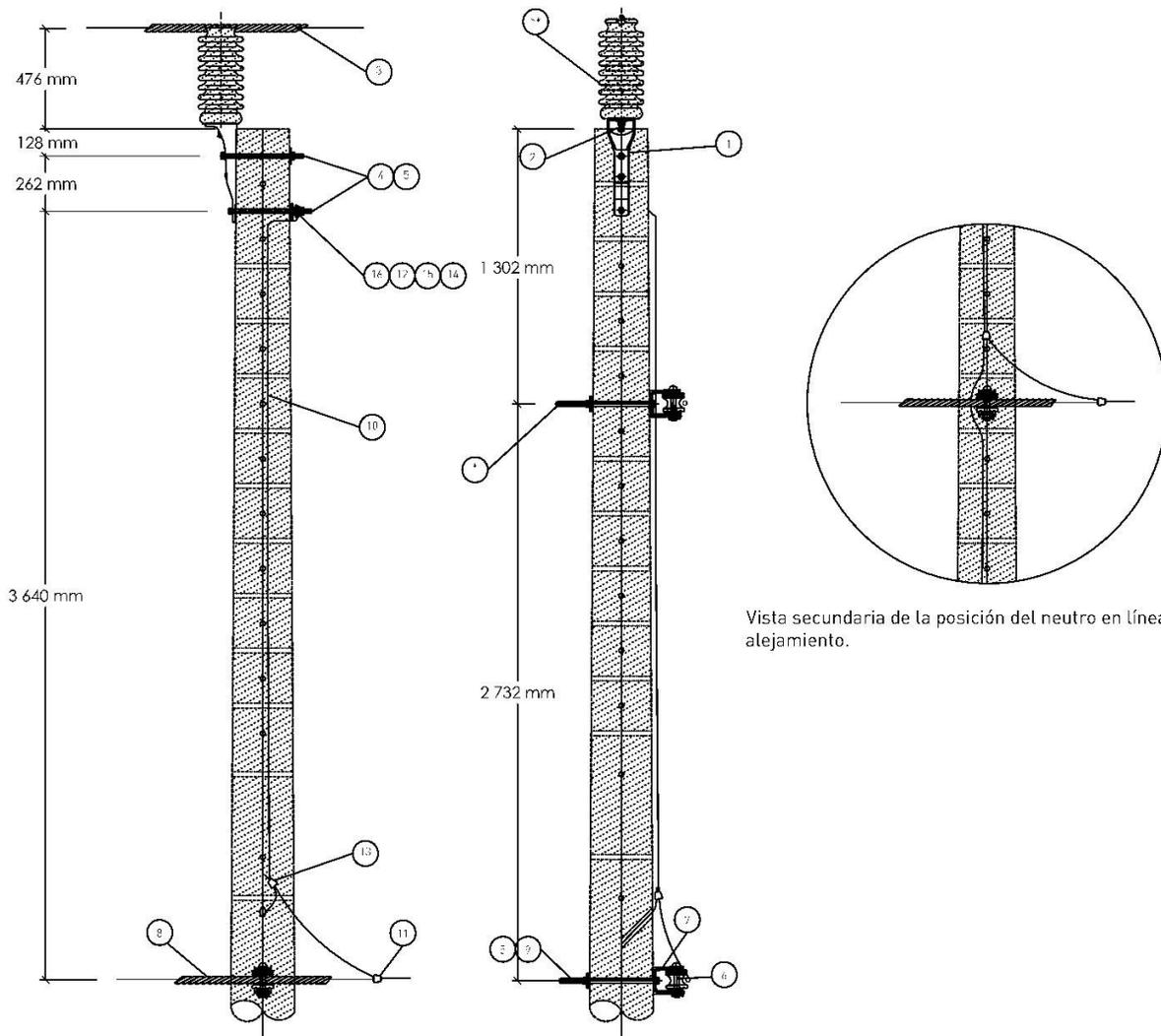
MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437006	1	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437655	1	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO 3/4"- 3/4"x 3"
3	525794	1	RETENCIÓN PREFORMADA "Z" AISL.57/1-3 ACSR 4/0
4	437651	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	441264	3	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	437805	1	AISLADOR PORCELANA TIPO CARRETE (ANSI C29.3)
7	437806	1	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE
8	437802	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL.53/2 ACSR 1/0
9	437652	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x14"
10	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
11	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
12	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
13	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
14	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
15	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
16	440944	1	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

CODIGO	DENOMINACION
10301000	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 KV

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	436991	1	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV(ANSI 57-1)



Vista secundaria de la posición del neutro en líneas de alejamiento.

*Nota: Posición del neutro en líneas de alejamiento (no prevista instalación de transformadores).

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

1/35

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO $\leq 5^\circ$
UCC04321100

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº PLANO
UCC **PC0432100**

REV. . HOJA SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO < 5°, ACSR 1/0 AWG 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4321200	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO < 5°, ACSR 1/0 AWG

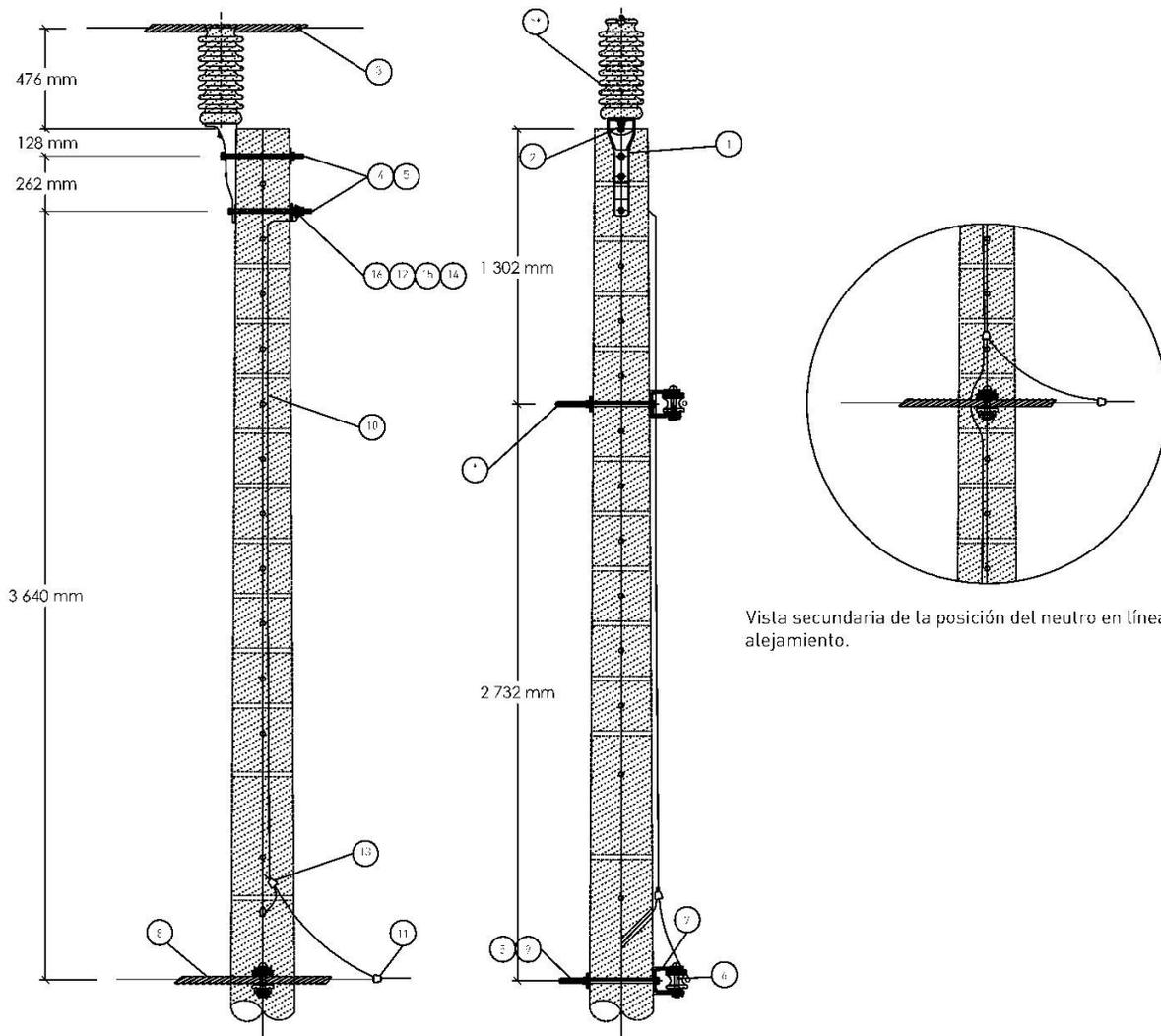
MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437006	1	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437655	1	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO 3/4"- 3/4"x 3"
3	437707	1	RETENCIÓN PREFORMADA "Z" AISL.57/1-3 ACSR 1/0
4	437651	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	441264	3	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	437805	1	AISLADOR PORCELANA TIPO CARRETE (ANSI C29.3)
7	437806	1	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE
8	437802	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL.53/2 ACSR 1/0
9	437652	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x14"
10	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
11	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
12	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
13	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
14	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
15	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
16	440944	1	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

CODIGO	DENOMINACION
10301000	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 KV

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	436991	1	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV(ANSI 57-1)



Vista secundaria de la posición del neutro en líneas de alejamiento.

*Nota: Posición del neutro en líneas de alejamiento (no prevista instalación de transformadores).

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

1/35

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ALINEACIÓN Y ÁNGULO $\leq 5^\circ$
UCC04321200

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº PLANO
UCC **PC04321200**

REV. . HOJA SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ÁNGULO 5 a 30°, ACSR 4/0 AWG 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4322100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ÁNGULO 5 a 30°, ACSR 4/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437006	2	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437655	2	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO 3/4"- 3/4"x 3"
3	525796	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" DOBLE AISL.57/1-3 ACSR 4/0
4	437651	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	441264	1	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	437805	1	AISLADOR PORCELANA TIPO CARRETE (ANSI C29.3)
7	437806	1	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE
8	437802	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL.53/2 ACSR 1/0
9	437652	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x14"
10	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
11	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
12	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
13	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
14	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
15	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
16	440944	3	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

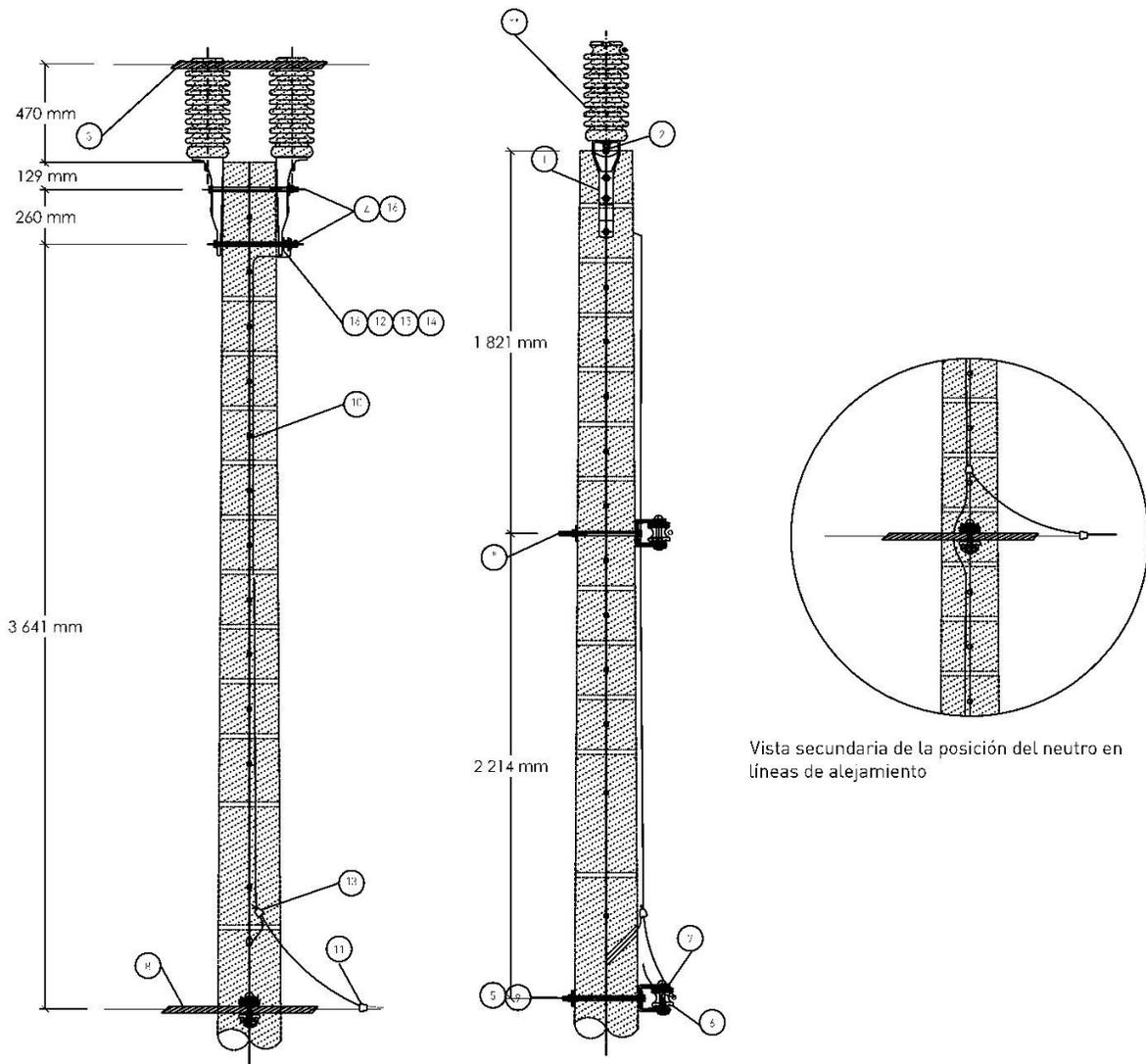
CODIGO	DENOMINACION
10301000	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 KV

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	436991	2	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV(ANSI 57-1)



DISNORTE-DISSUR



*Nota: Posición del neutro en líneas de alejamiento
(no prevista instalación de transformadores).

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

1/35

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ÁNGULO 5 A 30°
UCC 04322100

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		
EL AUTOR DEL PROYECTO:		
Nº PLANO UCC	PC04322100	
REV. .	HOJA	SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ÁNGULO 5 a 30°, ACSR 1/0 AWG 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4322200	ARMADOSIMPLE CIRC. MONOF. ÁNGULO 5 a 30°, ACSR 1/0 AWG

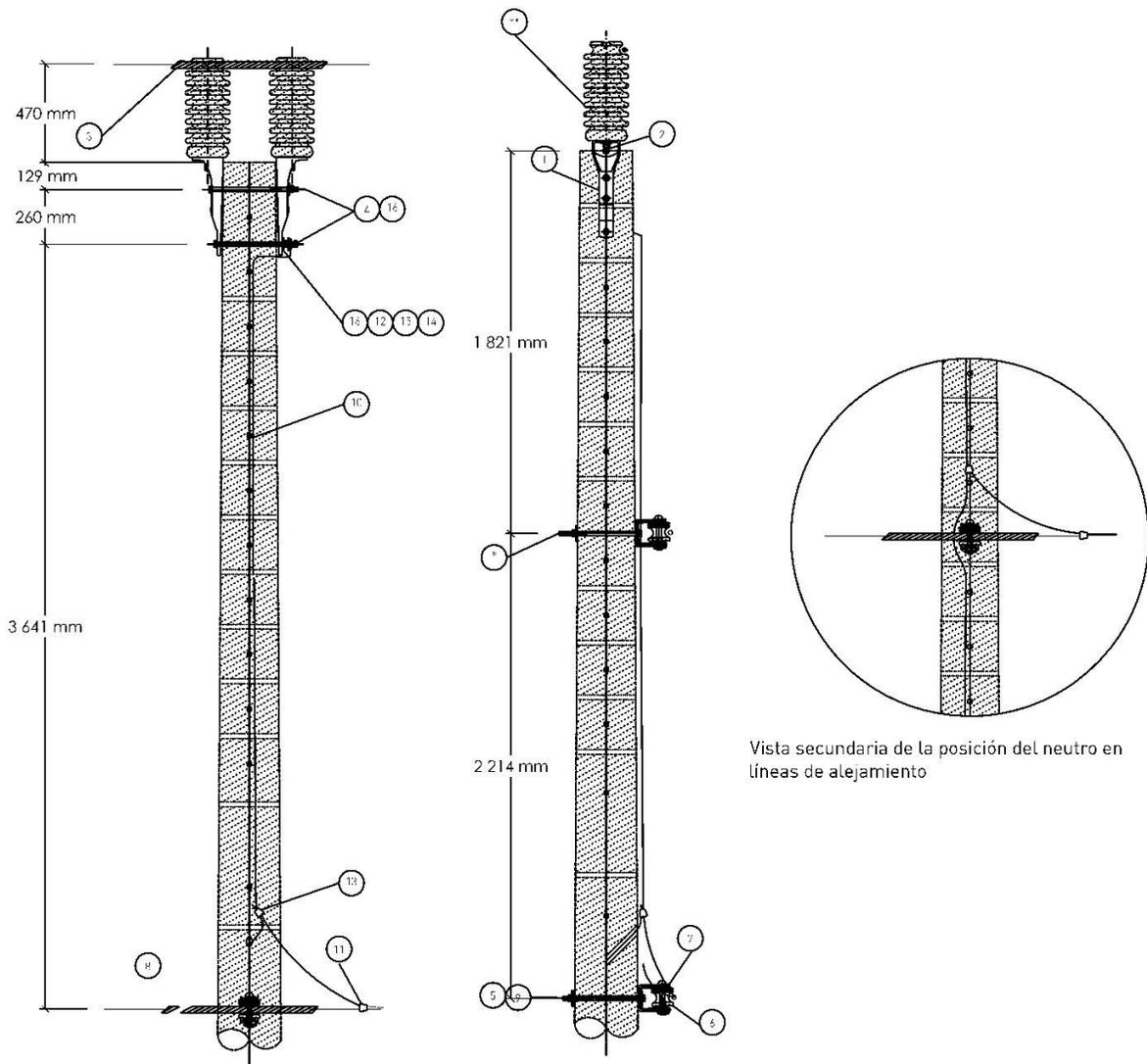
MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437006	2	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437655	2	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO 3/4"- 3/4"x 3"
3	437713	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" DOBLE AISL.57/1-3 ACSR 1/0
4	437651	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	441264	1	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	437805	1	AISLADOR PORCELANA TIPO CARRETE (ANSI C29.3)
7	437806	1	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE
8	437802	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL.53/2 ACSR 1/0
9	437652	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x14"
10	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
11	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
12	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
13	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
14	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
15	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
16	440944	3	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

CODIGO	DENOMINACION
10301000	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 KV

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	436991	2	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV(ANSI 57-1)



*Nota: Posición del neutro en líneas de alejamiento
(no prevista instalación de transformadores).

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

Vista secundaria de la posición del neutro en líneas de alejamiento



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

1/35

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ÁNGULO 5 A 30°
UCC 04322200

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº PLANO
UCC **PC04322200**

REV. . HOJA SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 a 60°, ACSR 4/0 AWG 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4323100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 a 60°, ACSR 4/0 AWG

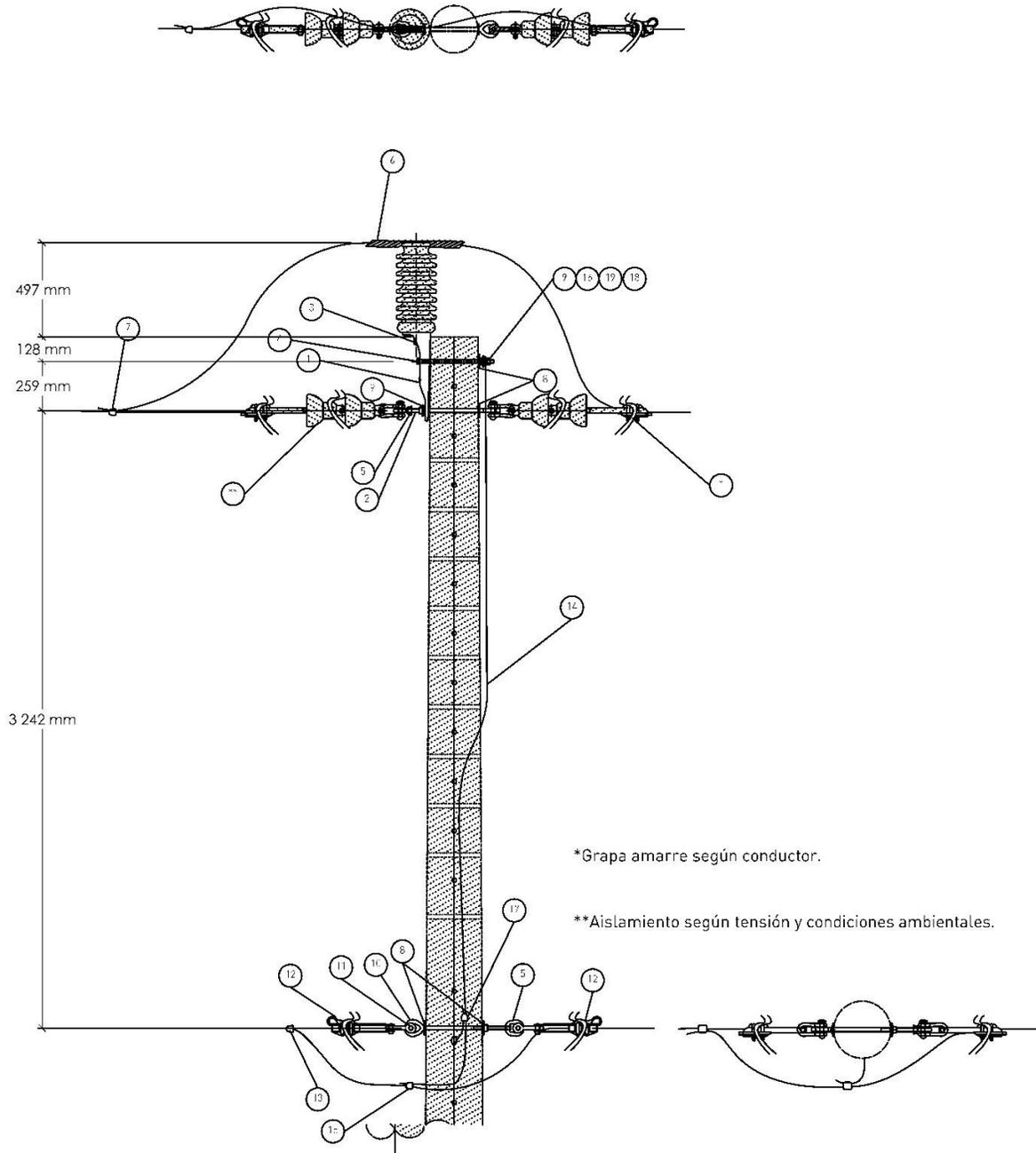
MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437006	1	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437658	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
3	437655	1	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO 3/4"- 3/4"x 3"
4	437651	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	437661	2	TUERCA DE OJO ACERO GALVANIZADO 5/8"
6	525794	1	RETENCIÓN PREFORMADA "Z" AISL.57/1-3 ACSR 4/0
7	525791	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 4/0 - 4/0 AWG
8	441264	4	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
9	440944	2	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"
10	450113	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x14"
11	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
12	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
13	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
14	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
15	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
16	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
17	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
18	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
19	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"

CODIGO	DENOMINACION
10311100	CADENA DE AMARRE PORCELANA 13,2 KV ACSR 4/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	110073	4	AISLADOR PORCELANA TIPO SUSPENSIÓN (ANSI 52.9)
*	450950	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 4/0-MCM 266
11	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG



*Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 A 60°
UCC 04323100

1/35

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº PLANO
UCC **PC04323100**

REV. . HOJA SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 a 60°, ACSR 1/0 AWG 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4323200	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 a 60°, ACSR 1/0 AWG

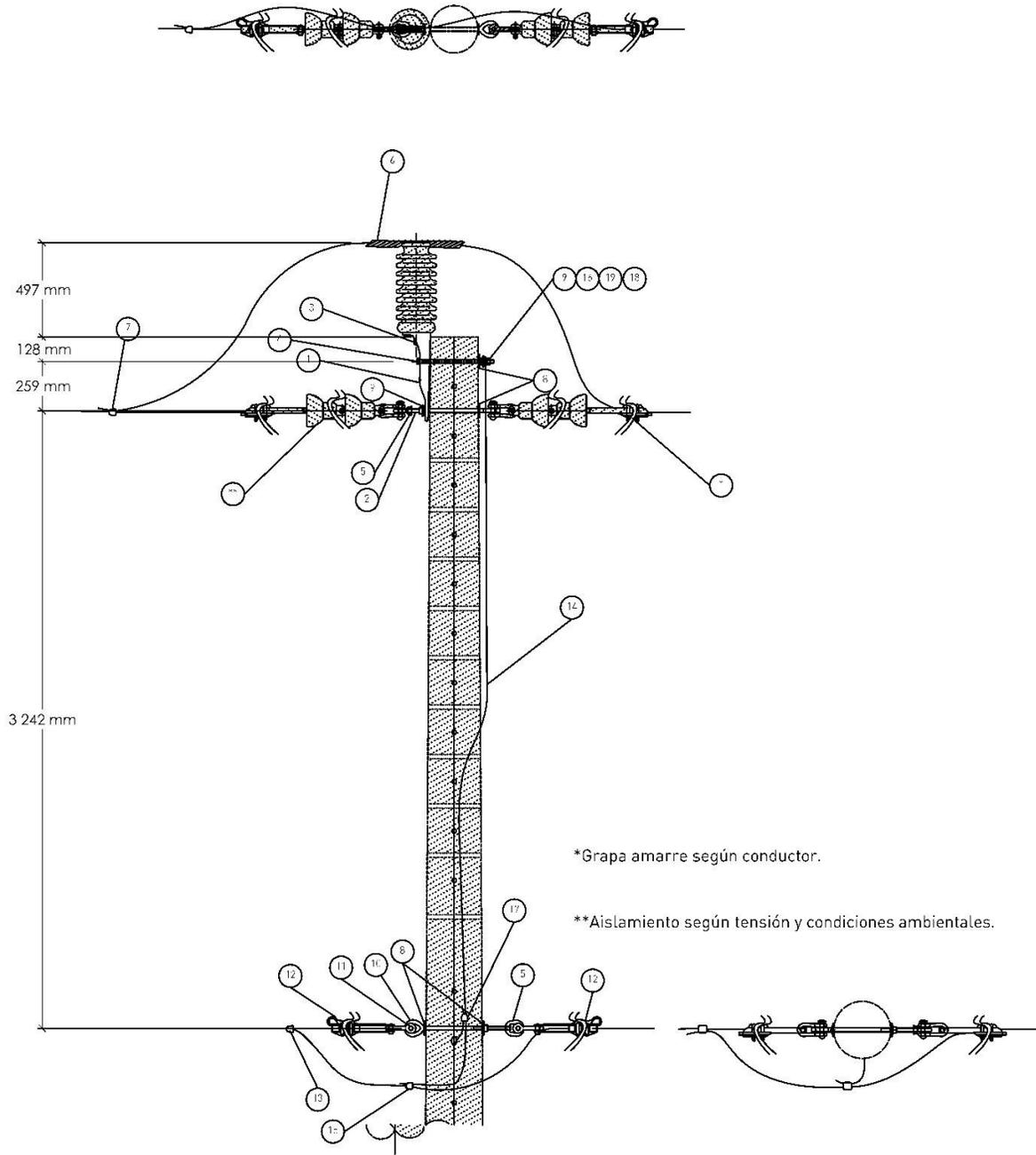
MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437006	1	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437658	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
3	437655	1	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO 3/4"- 3/4"x 3"
4	437651	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	437661	2	TUERCA DE OJO ACERO GALVANIZADO 5/8"
6	437707	1	RETENCIÓN PREFORMADA "Z" AISL.57/1-3 ACSR 1/0
7	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
8	441264	4	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
9	440944	2	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"
10	450113	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x14"
11	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
12	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
13	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
14	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
15	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
16	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
17	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
18	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
19	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"

CODIGO	DENOMINACION
10311000	CADENA DE AMARRE PORCELANA 13,2 KV ACSR 1/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	110073	4	AISLADOR PORCELANA TIPO SUSPENSIÓN (ANSI 52.9)
*	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
11	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG



*Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 A 60°
UCC 04323200

1/35

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		
EL AUTOR DEL PROYECTO:		
Nº PLANO UCC	PC04323200	
REV. .	HOJA	SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO ÁNGULO 60 a 90°, ACSR 4/0 AWG 13.2 KV

CODIGO	DENOMINACION
4324100	ARMADOSIMPLE CIRC. MONOFÁSICOÁNGULO60 a 90°, ACSR 4/0 AWG

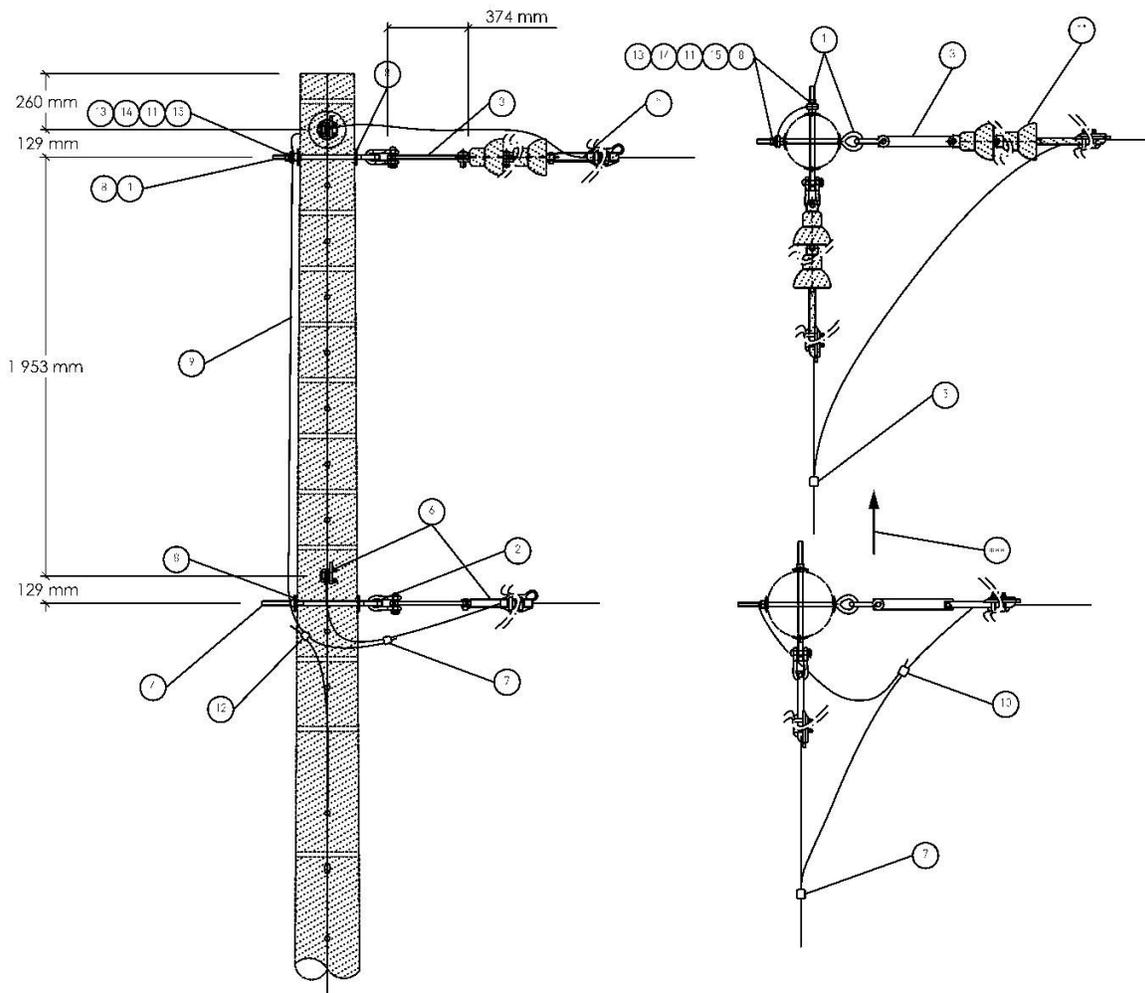
MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437658	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
2	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
3	450948	2	ALARGADERA 10" PARACADENA DE AISLADORES
4	450113	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x14"
5	525791	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 4/0 - 4/0 AWG
6	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
7	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
8	441264	8	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
9	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
10	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
11	440860	2	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
12	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
13	437659	2	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
14	440945	2	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
15	440944	2	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

CODIGO	DENOMINACION
10311100	CADENA DE AMARRE PORCELANA 13,2 KV ACSR 4/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	110073	4	AISLADOR PORCELANA TIPO SUSPENSIÓN (ANSI 52.9)
*	450950	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 4/0-MCM 266
2	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG



* Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

***Dirección de la energía.



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

1/35

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ÁNGULO 60 A 90°
UCC 04324100

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		
EL AUTOR DEL PROYECTO:		
Nº PLANO UCC	PC04324100	
REV. .	HOJA	SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO ÁNGULO 60 a 90°, ACSR 1/0 AWG 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4324200	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO ÁNGULO 60 a 90°, ACSR 1/0 AWG

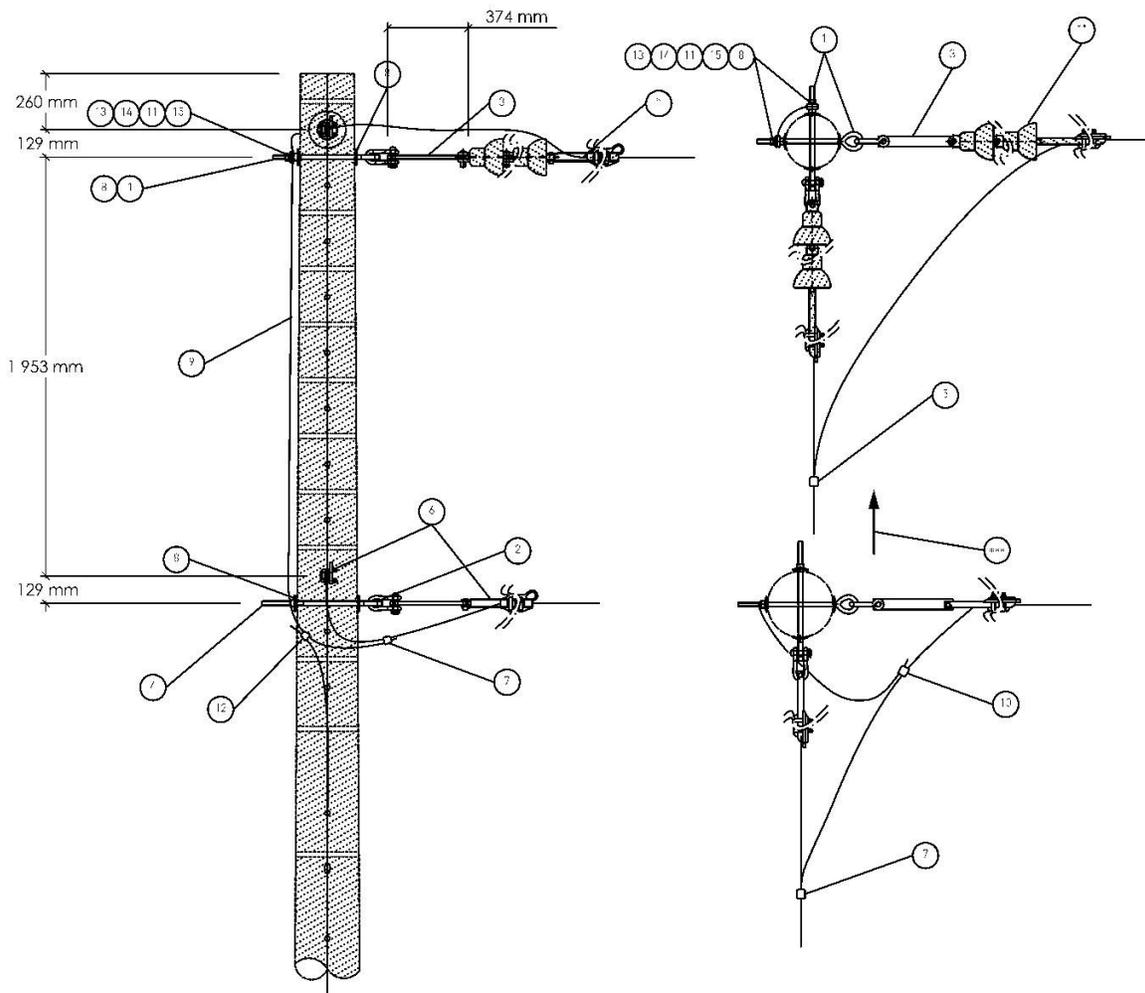
MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437658	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
2	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
3	450948	2	ALARGADERA 10" PARACADENA DE AISLADORES
4	450113	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x14"
5	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
6	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
7	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
8	441264	8	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
9	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
10	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
11	440860	2	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
12	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
13	437659	2	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
14	440945	2	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
15	440944	2	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

CODIGO	DENOMINACION
10311000	CADENA DE AMARRE PORCELANA 13,2 KV ACSR 1/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	110073	4	AISLADOR PORCELANA TIPO SUSPENSIÓN (ANSI 52.9)
*	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
2	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG



* Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

***Dirección de la energía.



DISNORTE-DISSUR

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		

ESCALAS:

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ÁNGULO 60 A 90°
UCC 04324200

EL AUTOR DEL PROYECTO:

1/35

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

N° PLANO
UCC **PC04324200**

REV. . HOJA SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO FIN DE LÍNEA 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4325100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO FIN DE LÍNEA

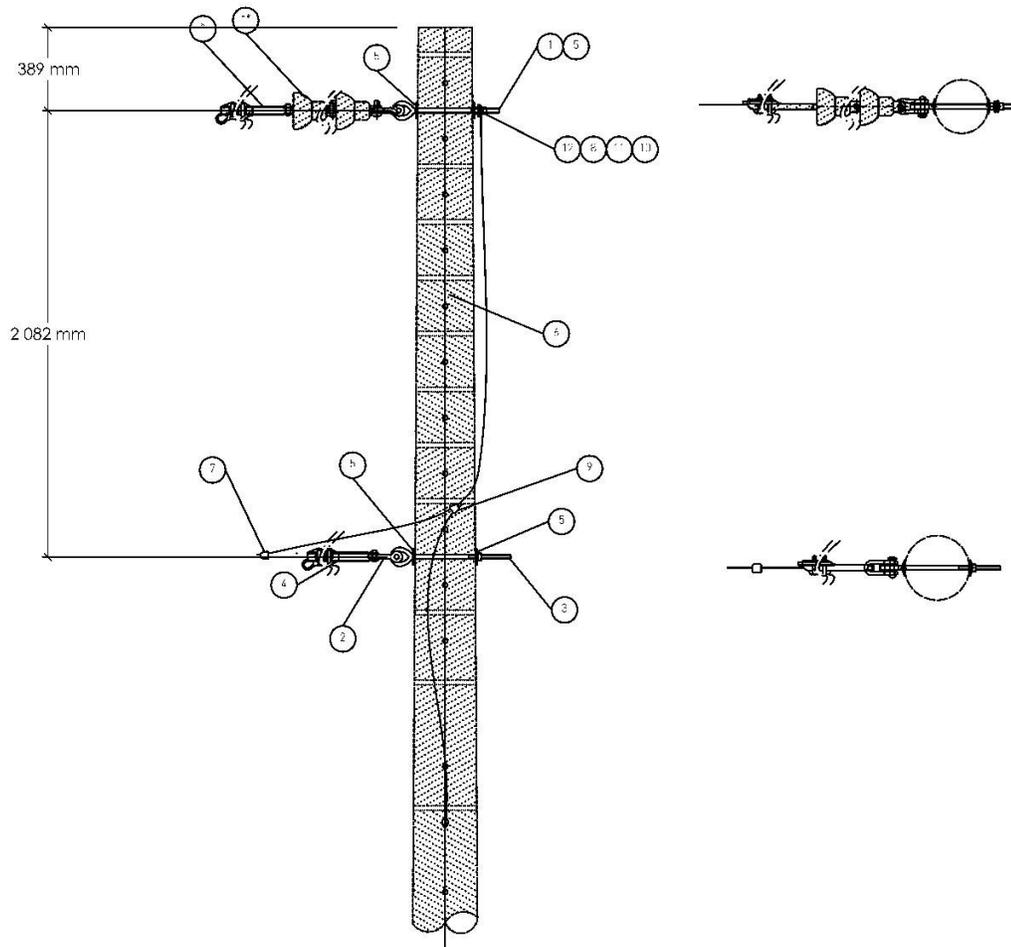
MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437658	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
2	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
3	450113	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x14"
4	450949	1	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
5	441264	4	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
6	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
7	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
8	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
9	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
10	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
11	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
12	440944	1	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

CODIGO	DENOMINACION
10311000	CADENA DE AMARRE PORCELANA 13,2 KV ACSR

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	110073	2	AISLADOR PORCELANA TIPO SUSPENSIÓN (ANSI 52.9)
*	450949	1	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG SEGÚN CONDUCTOR
2	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG



* Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

1/35

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. FIN DE LÍNEA
UCC 04325100

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		
EL AUTOR DEL PROYECTO:		
Nº PLANO UCC	PC04325100	
REV. .	HOJA	SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO PROLONGACIÓN DE LÍNEA, ACSR 4/0 AWG 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4326100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO PROLONGACIÓN DE LÍNEA, ACSR 4/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437661	2	TUERCA DE OJO ACERO GALVANIZADO 5/8"
2	525795	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL.57/1-3 ACSR 4/0
3	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
4	450949	1	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)

CODIGO	DENOMINACION
10302000	AISLADOR PORCELANA PASO DE FASE SOBRE POSTE 13,2 KV

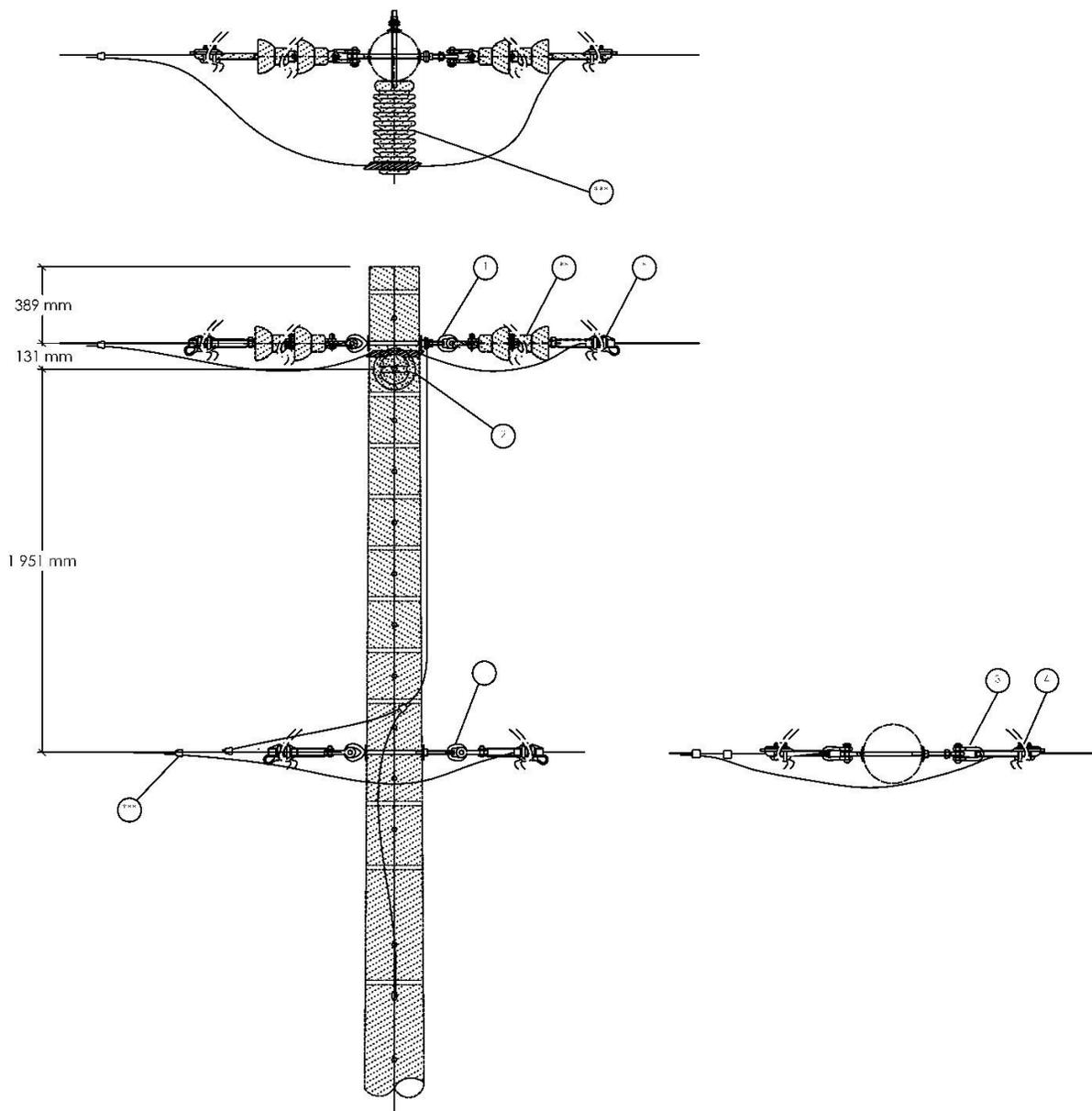
MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
***	436991	1	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)
***	441264	1	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
***	454874	1	PERNO AC. GALVANIZADO 5/8"-3/4"X12"
***	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
***	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
***	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
***	440944	1	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

CODIGO	DENOMINACION
10311100	CADENA DE AMARRE PORCELANA 13,2 KV ACSR 4/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	110073	4	AISLADOR PORCELANA TIPO SUSPENSIÓN (ANSI 52.9)
*	450950	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 4/0-MCM 266
3	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG



* Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

*** Se asociará siempre a esta unidad, las unidades constructivas paso de fase y conexiones de conductores correspondientes



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

1/35

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. PROLONGACIÓN DE LINEA
UCC 04326100

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº PLANO
UCC **PC04326100**

REV. . HOJA SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICO PROLONGACIÓN DE LÍNEA, ASCR 1/0 AWG 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4326200	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOFÁSICOPROLONGACIÓN DE LÍNEA, ASCR 1/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437661	2	TUERCADE OJO ACERO GALVANIZADO 5/8"
2	437711	1	RETENCIÓN PREFORMADA "OMEGA" AISL.57/1-3 ACSR 1/0
3	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
4	450949	1	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)

CODIGO	DENOMINACION
10302000	AISLADOR PORCELANA PASO DE FASE SOBRE POSTE 13,2 KV

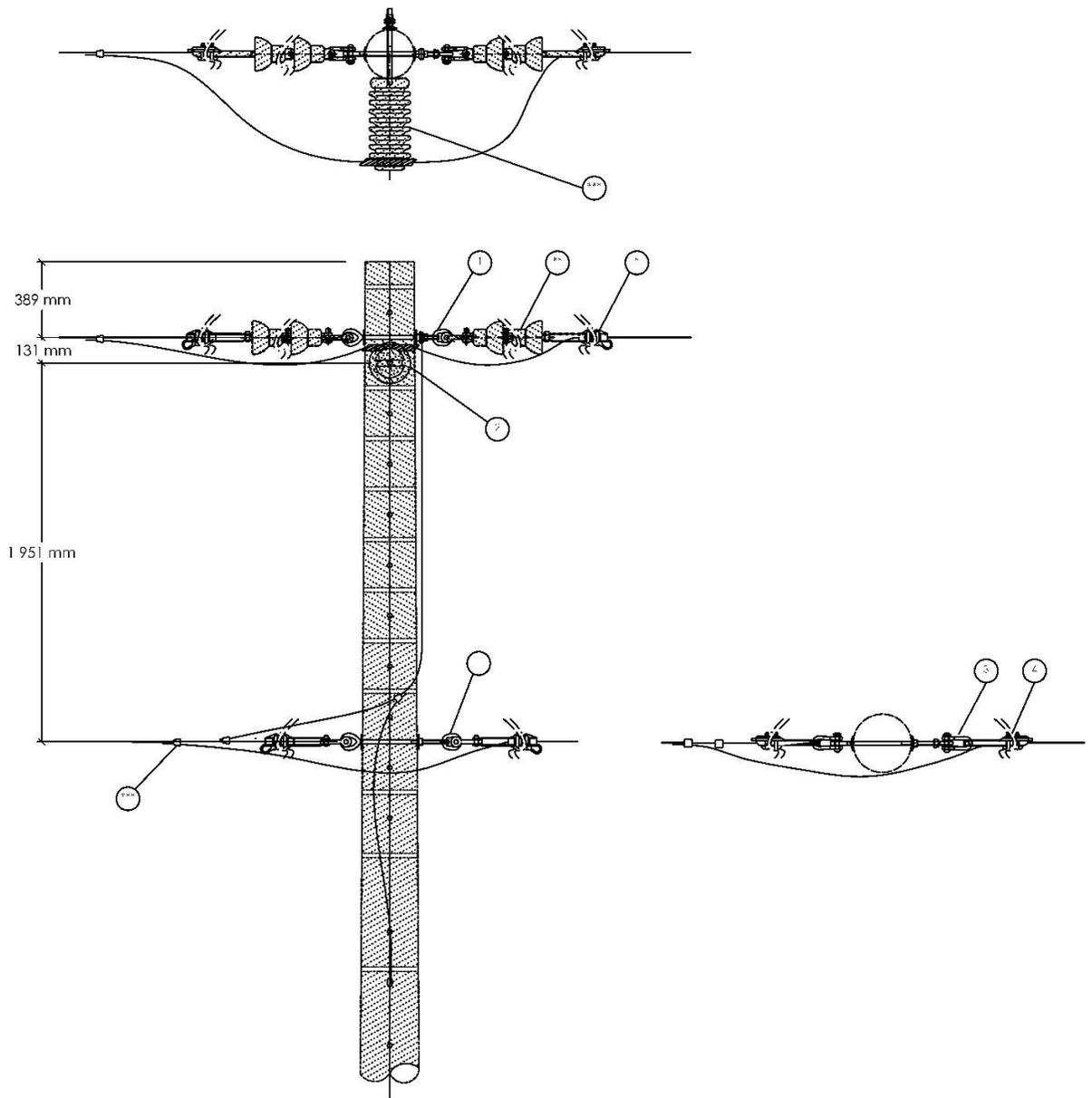
MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
***	436991	1	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV(ANSI 57-1)
***	441264	1	ARANDELA CURVA CUADRADA 2- 1/4X2-1/4X3/16"
***	454874	1	PERNO AC. GALVANIZADO 5/8"-3/4"X12"
***	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
***	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
***	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
***	440944	1	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

CODIGO	DENOMINACION
10311000	CADENA DE AMARRE PORCELANA 13,2 KV ACSR 1/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	110073	4	AISLADOR PORCELANA TIPO SUSPENSIÓN (ANSI 52.9)
*	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
3	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG



* Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

*** Se asociará siempre a esta unidad, las unidades constructivas paso de fase y conexiones de conductores correspondientes



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

1/35

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. PROLONGACIÓN DE LINEA
UCC 04326200

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº PLANO
UCC **PC04326200**

REV. . HOJA SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRCUITO MONOFASICO ÁNGULO 30 a 60° ,ACSR 4/0 y 1/0 AWG 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4327100	ARMADO SIMPLE CIRCUITO MONOFASICO ÁNGULO 30 a 60° ,ACSR 4/0 y 1/0 AWG

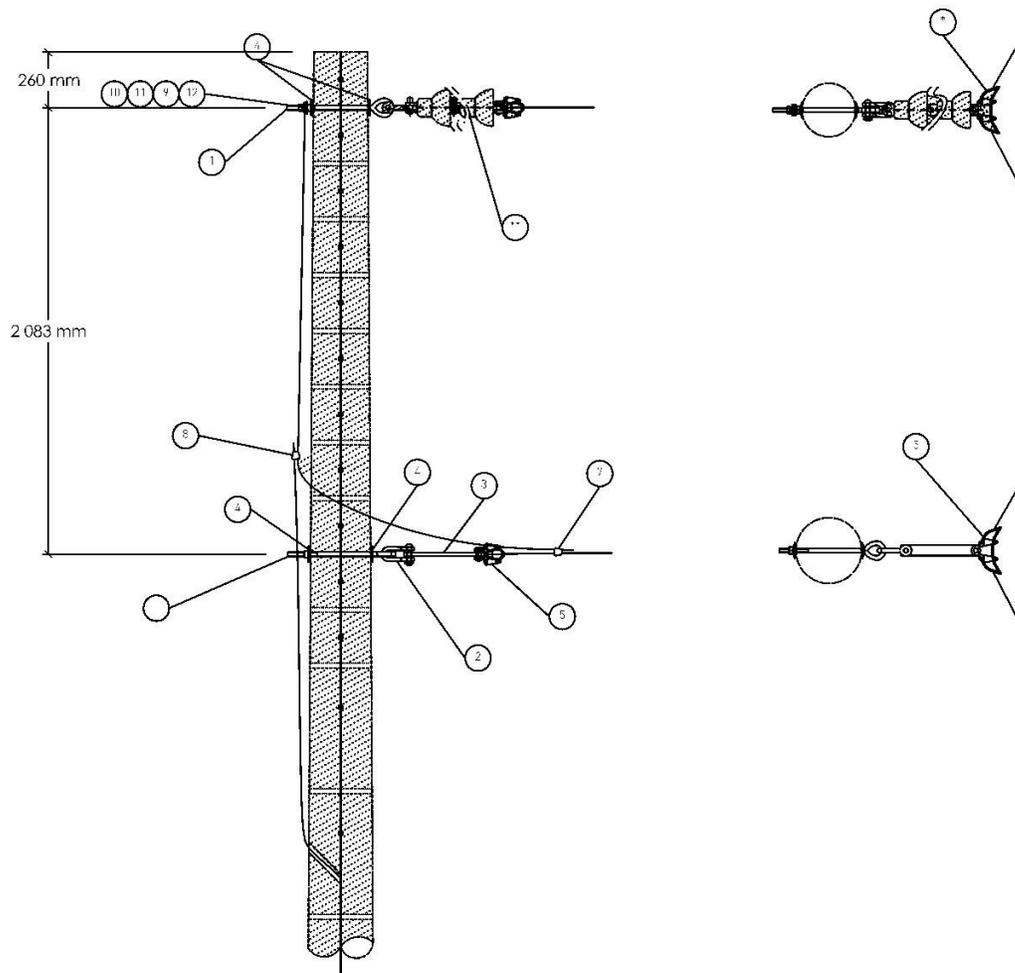
MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437658	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
2	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
3	450948	1	ALARGADERA 10" PARA CADENA DE AISLADORES
4	441264	4	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
5	458463	1	GRAPA DE SUSPENSION ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
6	434470	3	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
7	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
8	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
9	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
10	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
11	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
12	440944	1	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

CODIGO	DENOMINACION
10321100	CADENA DE SUSPENSION PORCELANA 13,2 KV ACSR 4/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	110073	2	AISLADOR PORCELANA TIPO SUSPENSIÓN (ANSI 52.9)
*	458464	1	GRAPA DE SUSPENSION ALUMINIO COND. AWG 4/0-MCM 266
2	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG



* Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

1/35

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ÁNGULO 30 A 60°
UCC 04327100

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		
EL AUTOR DEL PROYECTO:		
Nº PLANO UCC	PC04327100	
REV. .	HOJA	SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 a 60°, CAMB. 4/0 A 1/0 AWG 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4328100	ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 a 60°, CAMB. 4/0 A 1/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437006	1	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE
2	437658	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
3	437655	1	PERNO CORTO ACERO GALVANIZADO 3/4"- 3/4"x 3"
4	437651	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO C.T. 5/8"x12"
5	437661	2	TUERCA DE OJO ACERO GALVANIZADO 5/8"
6	437707	1	RETENCIÓN PREFORMADA "Z" AISL.57/1-3 ACSR 1/0
7	525792	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 4/0 - 1/0 AWG
8	441264	4	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
9	440944	2	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"
10	450113	1	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x14"
11	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
12	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
13	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
14	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
15	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
16	440860	1	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
17	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
18	437659	1	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
19	440945	1	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
**	458420	1	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 24,9 KV(ANSI 57/2)

CODIGO	DENOMINACION
1031100	CADENA DE AMARRE PORCELANA 13,2 KV ACSR 4/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	110073	2	AISLADOR PORCELANA TIPO SUSPENSIÓN (ANSI 52.9)
*	450950	1	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 4/0-MCM 266
11	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG

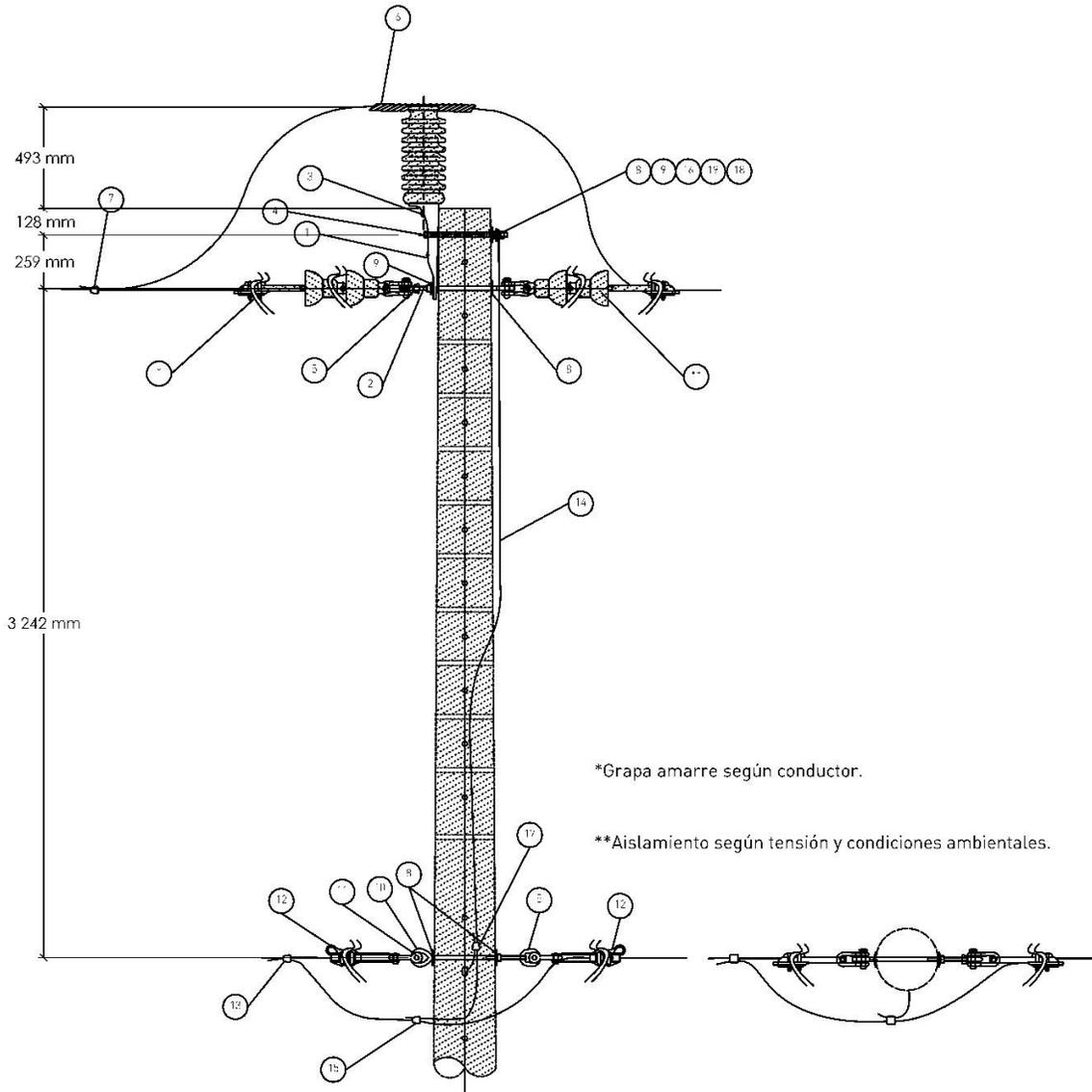
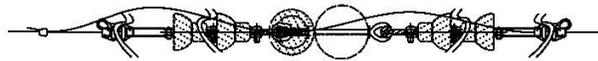
CODIGO	DENOMINACION
1031000	CADENA DE AMARRE PORCELANA 13,2 KV ACSR 1/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	110073	2	AISLADOR PORCELANA TIPO SUSPENSIÓN (ANSI 52.9)
*	450949	1	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
11	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG



DISNORTE-DISSUR



*Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

1/35

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 A 60°
CAMBIO DE CONDUCTOR
UCC 04328100

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº PLANO UCC **PC04328100**

REV. . HOJA SIGUE

ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF.ÁNGULO 60 A90°, CAMBIO 4/0 A 1/0 AWG 13.2KV

CODIGO	DENOMINACION
4329100	ARMADOSIMPLE CIRC. MONOF.ÁNGULO60 A90°, CAMBIO4/0 A 1/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
1	437658	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x12"
2	551418	2	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG
3	450948	2	ALARGADERA 10" PARACADENA DE AISLADORES
4	525792	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 4/0 - 1/0 AWG
5	450113	2	TORNILLO ACERO GALVANIZADO CON OJO C.T. 5/8"x14"
6	450949	2	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
7	437596	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - 1/0 AWG
8	441264	8	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
9	434470	2	ML. CABLE DE COBRE DESNUDO #2 AWG
10	437607	1	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN 1/0 - #2 AWG
11	440860	2	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRASIN TORNILLO
12	699901	1	CONECTOR COMPRESION #2-#2 CU
13	437659	2	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"
14	440945	2	ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"
15	440944	2	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"

CODIGO	DENOMINACION
1031100	CADENA DE AMARRE PORCELANA 13,2 KVACSR 4/0 AWG

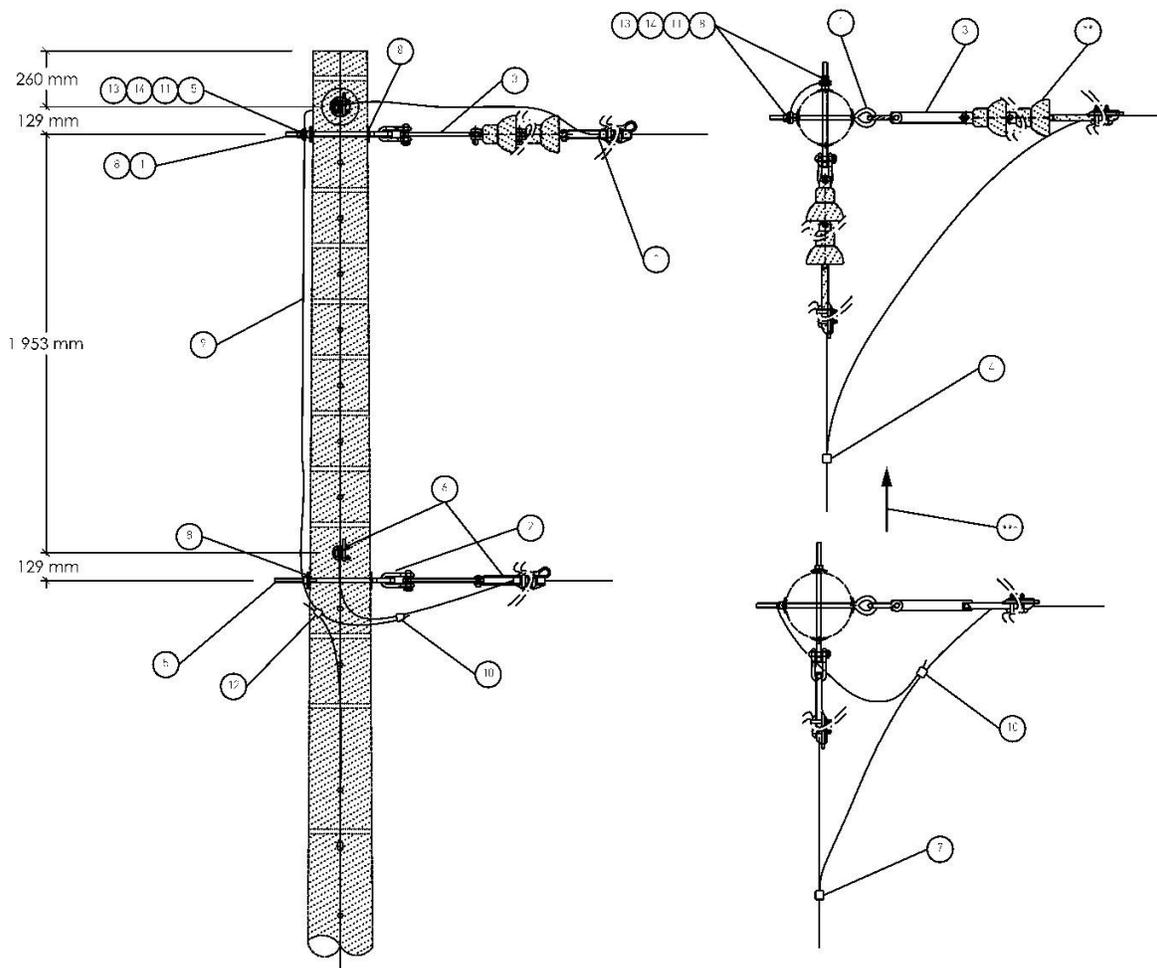
MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	110073	2	AISLADOR PORCELANA TIPO SUSPENSIÓN (ANSI 52.9)
*	450950	1	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 4/0-MCM 266
2	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG

CODIGO	DENOMINACION
10311000	CADENA DE AMARRE PORCELANA 13,2 KVACSR 1/0 AWG

MATERIALES

REF.	CÓDIGO	UD.	DENOMINACIÓN
**	110073	2	AISLADOR PORCELANA TIPO SUSPENSIÓN (ANSI 52.9)
*	450949	1	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
2	551418	1	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11.300KG



* Grapa amarre según conductor

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

***Dirección de la energía.



DISNORTE-DISSUR

ESCALAS:

1/35

**ARMADO SIMPLE CIRC. MONOF. ÁNGULO 60 A 90°
CAMBIO DE CONDUCTOR
UCC 04329100**

UNIDADES CONSTRUCTIVAS
LINEAS ELECTRICAS AEREAS DE 13,2 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		
Proyectado		
Comprobado		
EL AUTOR DEL PROYECTO:		
Nº PLANO UCC	PC04329100	
REV. .	HOJA	SIGUE