

## Controles BankGuard PLUS®

Para Bancos de Capacitores y Reactores en Derivación  
para Subestación

## Aplicación

Estos nuevos controles de S&C utilizan una confiable y flexible tecnología a base de microprocesadores para:

- Proteger bancos de capacitores en derivación para subestaciones contra los esfuerzos por sobretensiones.
- Proteger reactores en derivación contra las fallas entre espiras.

## Los Bancos de Capacitores de las Subestaciones Necesitan Protección Sofisticada contra las Sobretensiones

Los bancos de capacitores en derivación conectados en estrella y de tamaño mediano a grande generalmente utilizan protección doble contra los cortocircuitos. Las unidades individuales del capacitor se protegen con eslabones fusibles que despejan las fallas internas, reduciendo la probabilidad de que se rompan las carcadas. Además el banco—así como el sistema—está protegido contra fallas mayores con un dispositivo de protección para bancos, como por ejemplo, fusibles de potencia o un Circuit-Switcher de S&C.

Sin embargo, cuando un eslabón fusible opera para aislar un capacitor que tiene falla, la tensión entre las unidades restantes del mismo grupo de la serie aumenta. Este aumento en la tensión puede someter a los demás capacitores del grupo, que están en buenas condiciones, a esfuerzos excesivos y reducir su vida útil. Conforme van fallando unidades adyacentes, el aislamiento de las mismas lleva a aumentos aún mayores de tensión en las unidades restantes. El resultado es una cascada acelerada de sobretensiones que destruye los capacitores que están bien.

Este fenómeno se aborda en la Norma 18-2002 de IEEE, “Norma IEEE sobre Capacitores de Potencia en Derivación”. Esta norma señala que las operaciones de los capacitores han de llevarse a cabo de acuerdo a una capacidad de tensión igual o menor a la que poseen; sin embargo, deberán ser capaces de llevar a cabo una operación continua bajo condiciones de contingencias en el banco y sistema, siempre y cuando la tensión del capacitor no exceda el 110% de la tensión nominal RMS (o la tensión de operación que haya sido especificada por el fabricante). Como dato informativo, la norma 1036-1992 de la IEEE “Guía de la IEEE para la Aplicación de los Capacitores de Potencia en Derivación”, permite una máxima tensión del capacitor más elevada—la cual va del 130% de la tensión RMS nominal para un lapso de un minuto a 220% de la tensión RMS nominal durante 6 ciclos—para hasta 300 aplicaciones de sobretensiones en la frecuencia de la energía.

Cuando la tensión que se les aplica a los capacitores sobrevivientes rebasa la tensión de trabajo máxima recomendada (o cuando no exista dicha recomendación, 110% de la tensión RMS nominal), el banco completo se debe dar de baja.

## El BankGuard PLUS incluye estas características:

- Es intercambiable con los Dispositivos de Control Automático pasados Tipos UP, GP y UPR de S&C
- Tecnología que funciona con microprocesadores
- Márgenes más amplios del cronómetro
- Las opciones que antes eran opcionales ahora son estándar
- Puerto de comunicación SCADA
- El tablero es fácil de utilizar e incluye selectores táctiles de retroalimentación y pantalla de cristal líquido con dos renglones
- Toda la gama de funciones de seguridad
- Configuración fácil, rápida y precisa por medio de teclado numérico en el tablero o por medio del Software de Instalación IntelliLINK® de S&C ejecutándose en su computadora

Con IntelliLINK, usted podrá ver los datos en tiempo real, administrar los puntos de control, recopilar información sobre desperfectos y descargar registros históricos para la elaboración de informes—todo por medio de pantallas que son fáciles de entender y utilizar.

De ese modo, los bancos de capacitores de dimensiones medianas a grandes necesitan una tercera forma de protección: un dispositivo de control sofisticado que tenga la sensibilidad para detectar el aislamiento de la primera unidad que tenga falla en un banco de capacitores—y de emitir una alarma después de aislar esa unidad, para permitirle al usuario reemplazarla antes de que ocurran más fallas—pero con la capacidad de diferenciar e ignorar los desbalances del sistema y los inherentes al banco, además de los transitorios espurios, así como las armónicas.

## Por qué Es Fundamental la Compensación de los Desbalances del Sistema y de los Inherentes al Banco de Capacitores

En los bancos de capacitores de grandes dimensiones, las tensiones extrañas pueden inducir errores importantes—o incluso superar—la fuerza de la señal de tensión que se crea por la pérdida de las unidades individuales del capacitor. Por ejemplo, se puede presentar una tensión de error fija debido a un desbalance inherente al banco de capacitores que se deba a las variaciones de las tolerancias de fabricación entre las unidades individuales del capacitor, o por desbalances en la tensión del sistema que se deban a la falta de transposición de las líneas aéreas. Una tensión errónea variable también se puede presentar debido a desbalances en la carga del sistema, ocasionados por cambios en las condiciones de la carga, aunque esta tensión errónea, por lo general, sólo es significativa en bancos de capacitores muy grandes a nivel de tensión para transmisión. Por lo tanto, la compensación de dichas tensiones extrañas es esencial para garantizar el funcionamiento adecuado del dispositivo de control del banco de capacitores.

Los desbalances inherentes al banco de capacitores por lo general se pueden minimizar a través de la medición y la reubicación, las cuales son costosas y tardadas, de las unidades del capacitor. El efecto de los desbalances de la tensión fija de sistema no se remedia tan fácilmente. Por ello, un dispositivo de control para bancos de capacitores se debe poder ajustar adecuadamente para compensar estas dos fuentes de tensión extraña, para que tenga la capacidad de detectar y responder ante una sola unidad del capacitor que tenga falla.

## Los Relevadores de Tensión y los Relevadores de Corriente Neutra son Inadecuados

Los esquemas de protección para capacitores que se componen de relevadores para propósitos generales proporcionan solamente un funcionamiento marginal.

En los bancos de capacitores en derivación sin conexión a tierra y conectados en estrella, a veces se uti-

lizan relevadores de tensión para detectar el aislamiento de las unidades del capacitor. Vea la Figura 1. Pero este método de protección tiene ciertas limitaciones graves. El transformador de tensión asociado debe tener una capacidad de tensión igual a la tensión real del sistema, con el fin de que aguante las sobretensiones de corto plazo que se experimentan durante la conmutación rutinaria del banco de capacitores y durante las fallas. Sin embargo, un transformador semejante proporciona una sensibilidad intrínsecamente deficiente sobre el aislamiento de una sola unidad del capacitor debido a su alta relación de espiras. Además, se necesita un segundo relevador de tensión para alertar sobre el aislamiento de una sola unidad del capacitor, para permitirle al usuario reemplazar la unidad fallada del capacitor antes de que ocurran más fallas. Este método quizá también carezca de un filtro para armónicas, como el que se necesita para evitar detectar errores debidos a las tensiones armónicas del sistema. Y este método no proporciona ninguna compensación de los desbalances del sistema o de los inherentes al banco de capacitores, los cuales pueden ser bastante significativos en los bancos de capacitores de mayor tamaño y pueden causar operaciones falsas (ocasionando el bloqueo del banco de capacitores, o por el contrario, ninguna operación cuando sí se necesita una).

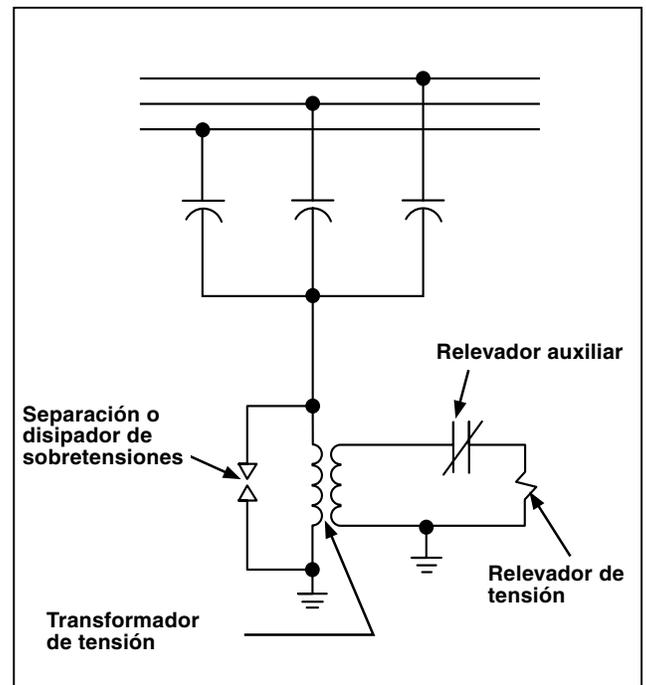


Figura 1. Método de relevación de tensión en bancos de capacitores en derivación conectados en estrella y sin aterrizar.

En los bancos de capacitores en derivación puestos a tierra y conectados en estrella, a veces se utilizan relevadores de corriente neutra y de tensión para detectar el aislamiento de las unidades del capacitor. Vea las Figuras 2 y 3, respectivamente. Pero repetimos, estas técnicas tienen algunas limitaciones importantes.

En el esquema con relevadores de corriente neutra, el transformador de corriente asociado con el relevador de corriente neutra debe tener una relación alta para aguantar las corrientes de carga momentáneas que fluyen entre el neutro y tierra durante las conmutaciones rutinarias del banco de capacitores y durante las fallas. Un transformador semejante proporciona una sensibilidad intrínsecamente deficiente sobre el aislamiento de una sola unidad del capacitor. También se necesita una resistencia de sobrecarga con un nivel óhmico alto para que el relevador de corriente neutra pueda aguantar dichas corrientes de carga. Además, se debe incluir un segundo relevador para alertar sobre el aislamiento de una sola

unidad del capacitor. Este método también carece de un filtro de armónicas, como el que se necesita para evitar detectar errores que se deban a tensiones armónicas del sistema. Y una vez más, este método no ofrece compensación para los desbalances del sistema o para los inherentes al banco de capacitores.

Por otra parte, el método de relevación de tensión ofrece una sensibilidad excelente en las aplicaciones de bancos de capacitores. Pero también tiene algunas desventajas significativas: Se necesita un segundo relevador para alertar sobre el aislamiento de una sola unidad del capacitor. Este método también carece de un filtro para armónicas, como el que se necesita para evitar la detección de errores ocasionados por tensiones armónicas en el sistema. Y, una vez más, este método no ofrece ninguna compensación para los desbalances del sistema ni para los inherentes al banco de capacitores, lo cual puede provocar operaciones falsas.

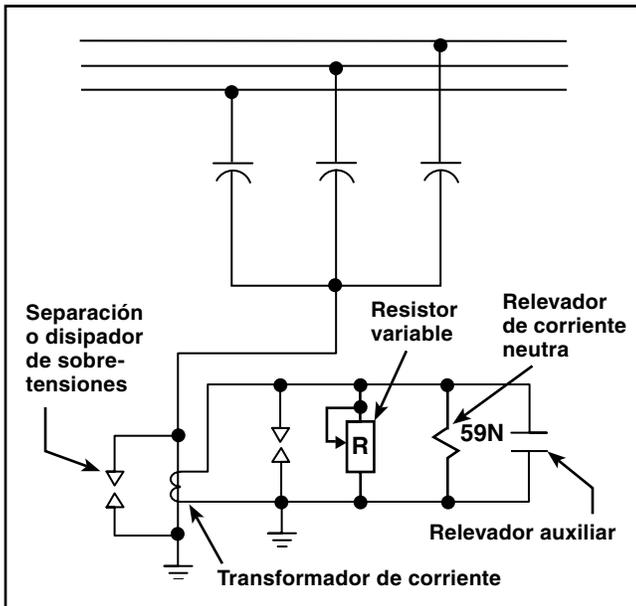


Figura 2. Método de relevación de corriente neutra en bancos de capacitores en derivación conectados en estrella y con conexión a tierra.

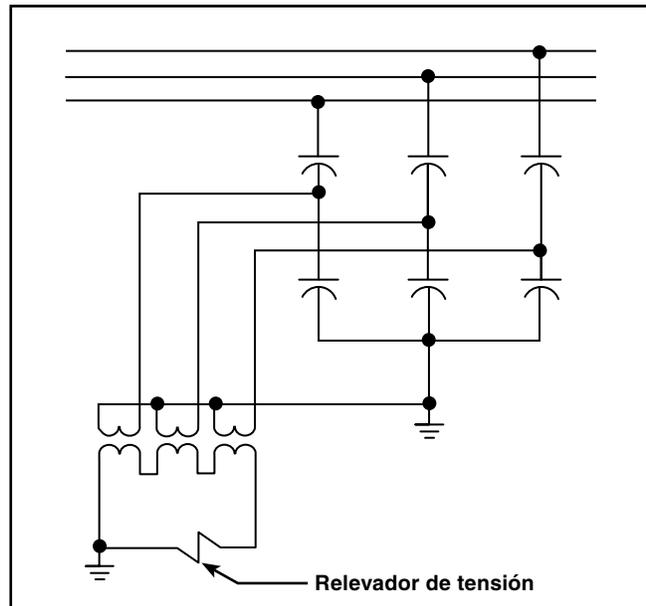


Figura 3. Método de relevación de tensión en bancos de capacitores en derivación conectados en estrella y con conexión a tierra.

## El Control BankGuard PLUS Es la Respuesta

El Control BankGuard PLUS de S&C es más sensible que los relevadores de tensión convencionales o las configuraciones de protección de corriente neutra, y puede detectar el primer elemento fallado en un capacitor. Tiene la capacidad de diferenciar los transitorios espurios y puede compensar los desbalances del sistema y del banco. Este compacto y resistente dispositivo, que funciona con microprocesadores, utiliza opciones sencillas que se pueden seleccionar mediante software para una rápida configuración, además ofrece características de diseño y lógica comprobada que soportan los rigores de la aplicación en equipos de potencia eléctrica.

### Protección de Bancos de Capacitores Sin Conexión a Tierra

El BankGuard PLUS ofrece protección para bancos de capacitores en derivación *sin conexión a tierra* y conectados en estrella o conectados en doble estrella. Vea la Figura 4. A medida que se van aislando las unidades individuales de un grupo de capacitores del banco a través de sus fusibles respectivos, la unidades restantes del grupo quedan protegidas contra una sobrecarga de tensión en cascada por la conmutación automática—iniiciada por el BankGuard PLUS—la cual aísla y bloquea todo el banco cuando se rebasa una tensión predeterminada de neutro a tierra.

El BankGuard PLUS detecta la tensión de neutro a tierra del banco de capacitores, que se monitorea con un Dispositivo de Potencial de 15 voltios-amperes de S&C, que tiene una capacidad de tensión de sistema según se indica en la siguiente tabla.

### Capacidad de Tensión del Sistema del Dispositivo de Potencial de 15 voltios-amperes

Tensión Nominal de Fuente, kV	Capacidad de Tensión del Sistema del Dispositivo de Potencial de 15 VA, kV, Nominal
Menos de 23	23
23	23
34.5	23
46	23
69	34.5
115	69
138	69
161	138

Un filtro digital atenúa las armónicas y el ruido. Debido a que con el aislamiento de las unidades sucesivas del capacitor ocurren aumentos discretos predecibles en la tensión de neutro a tierra del banco de capacitores, se puede seleccionar un valor específico para el parámetro del nivel de bloqueo del BankGuard PLUS.

En la lógica del nivel de bloqueo se incluye un retraso de tiempo de 0.2 a 30 segundos, que se puede ajustar en campo, para garantizar la operación del fusible asociado con la unidad del capacitor que esté fallando . . . hasta antes de que se activen los contactos de bloqueo para iniciar la activación del dispositivo de conmutación del banco de capacitores. De esta forma, la unidad que tiene la falla se puede localizar fácilmente.

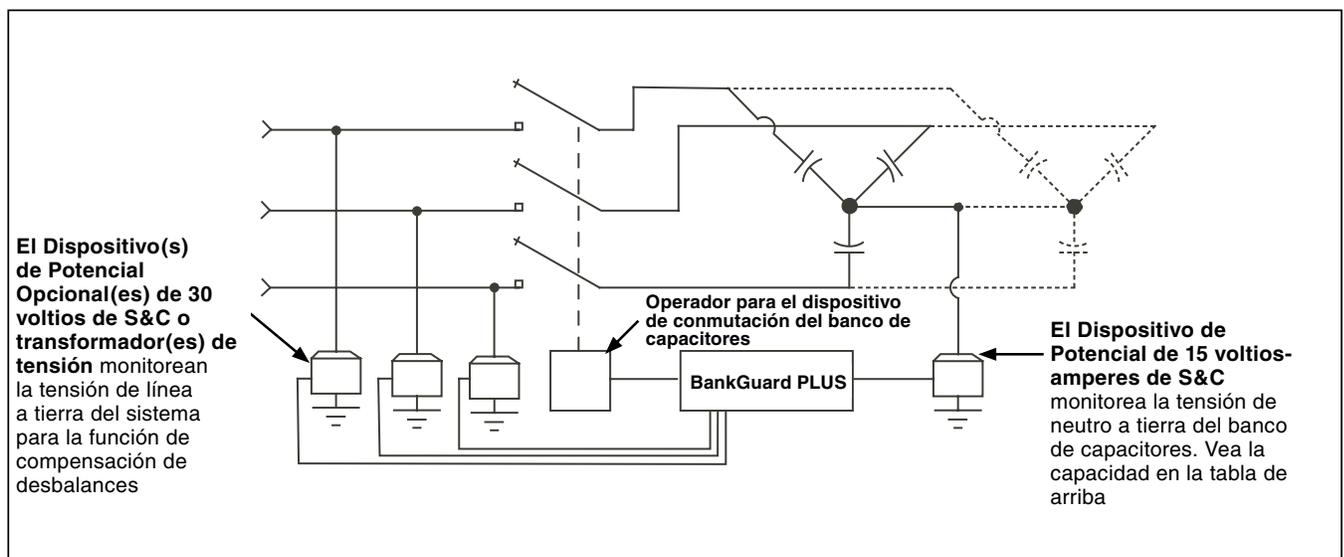


Figura 4. Diagrama de sistema del BankGuard PLUS para protección de bancos de capacitores en derivación conectados en estrella o conectados en estrella doble y sin conexión a tierra.

Se emplea una lógica de sobretensión bruta, la cual se salta el nivel de bloqueo y la lógica de control de tiempos, para iniciar el aislamiento y el bloqueo del banco de capacitores en caso de que haya un flameo en los grupos de la serie en el interior del banco de capacitores. La lógica se activa, después de un retraso de 0.2 a 5 segundos, que se puede ajustar en campo, con aquellas fallas que produzcan una tensión de neutro a tierra en el banco de capacitores que rebasa un nivel ajustable de 1000 a 5000 voltios.

El BankGuard PLUS incluye una función de alarma, la cual da una señal de alerta por la pérdida de un número de unidades del capacitor menor al que corresponda al parámetro del nivel de bloqueo. En muchos bancos de capacitores resulta práctico activar la alarma con la pérdida de una sola unidad del capacitor. Esta definitivamente es una ventaja ya que el reemplazo de una unidad del capacitor que tenga falla se puede realizar en un momento cómodo y planificado . . . en vez de hacerlo de manera urgente durante un bloqueo ocasionado por fallas subsecuentes en las unidades del capacitor. Además, la lógica de la función de alarma responde a la pérdida de la alimentación del BankGuard PLUS y da una señal de alarma. El retraso de 0.2 a 30 segundos que viene incorporado a la lógica del nivel de bloqueo también se utiliza para evitar falsas alarmas ocasionadas por perturbaciones transitorias.

El BankGuard PLUS incluye una entrada digital que se activa a través del contacto del interruptor auxiliar del operador de interruptores del banco de capacitores. Esta entrada digital evita que la alarma del BankGuard PLUS opere innecesariamente o las funciones de bloqueo causadas por tensiones de neutro a tierra de varios kilovoltios que se inducen durante los periodos en los que el banco de capacitores rutinariamente ha estado desenergizado.

El BankGuard PLUS incluye una función para compensación de desbalances. Esta función se puede utilizar, con la adición de un Dispositivo(s) de Potencial con capacidad completa de 30 voltios de S&C o un transformador(es) de tensión conectado a la barra colectora de estación, para detectar y compensar la tensión errónea que aparezca entre el neutro y la tierra del banco de capacitores. La tensión de error puede ser causada por desbalances de tensión en el sistema y/o por desbalances inherentes al banco de capacitores ocasionados por las variaciones en las tolerancias de fabricación entre las unidades de capacitor en el banco. De otra manera, dicha tensión de error puede provocar operaciones falsas que tendrían como consecuencia el bloqueo del banco de capacitores, o por el contrario, ninguna operación cuando se necesite una.

Si las variaciones en las tolerancias de fabricación de los capacitores son una preocupación específica, se necesita un solo dispositivo de potencial o transformador de tensión. Si el desbalance de tensión del sistema también es una preocupación, se necesitan tres dispositivos de potencial o transformadores de tensión.

### Protección para Bancos de Capacitores Conectados a Tierra

El BankGuard PLUS ofrece protección para bancos de capacitores en derivación *puestos a tierra* y conectados en estrella, que se compongan de dos o más grupos en serie por fase, mediante la detección de la pérdida de unidades individuales del capacitor. Vea la Figura 5. A medida que se van aislando del banco las unidades individuales de un grupo del banco de capacitores a través de sus fusibles respectivos, las unidades restantes del grupo quedan protegidas contra una sobrecarga de tensión en cascada por la conmutación automática—iniciada por el BankGuard PLUS—la cual aísla y bloquea todo el banco cuando sucede una sobretensión predeterminada.

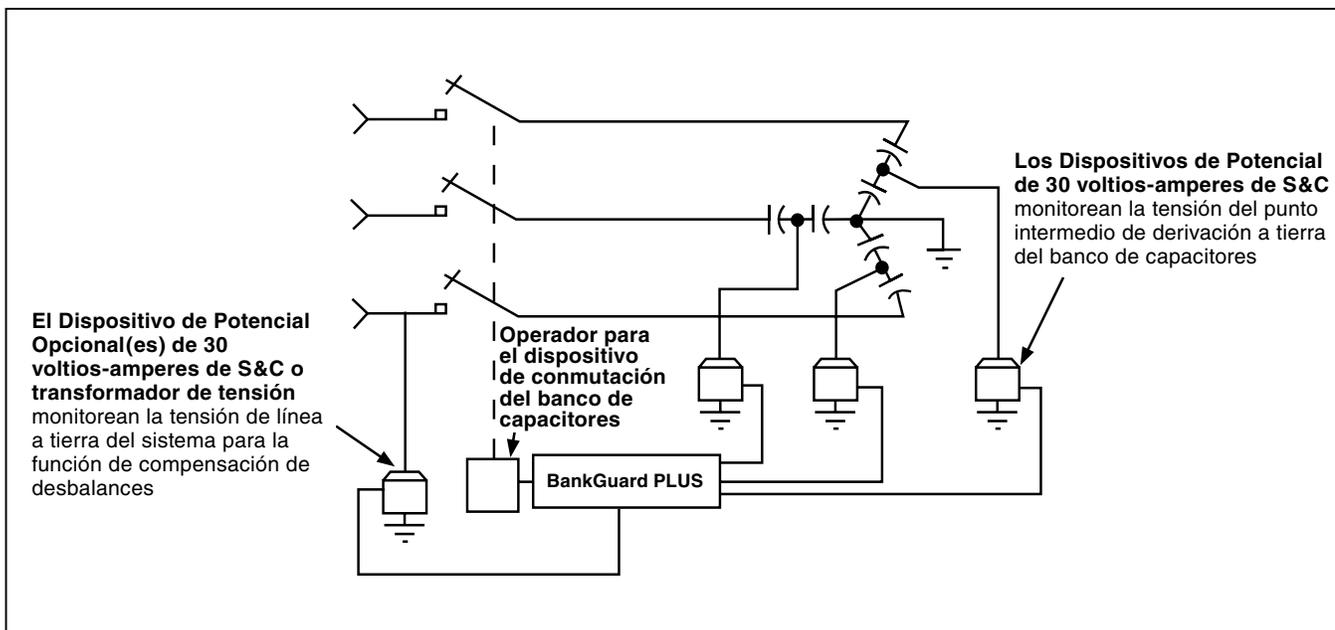


Figura 5. Diagrama de sistema del BankGuard PLUS para protección de bancos de capacitores en derivación y conectados a tierra.

El BankGuard PLUS utiliza una lógica de calibración de tensión en derivación la cual desarrolla la suma del vector de corriente de las tensiones intermedias del punto de derivación de los tres hilos exteriores de fase, monitoreada por Dispositivos de Potencial de 30 voltios-amperes de S&C, y proporciona un medio de ajuste para eliminar los efectos de los desbalances inherentes al banco de capacitores ocasionados por las variaciones en las tolerancias de fabricación entre las unidades de capacitor del banco. Cada dispositivo de potencial debe tener una capacidad de tensión de sistema por lo menos igual a la tensión que aparece entre los puntos intermedios de derivación y tierra multiplicada por la raíz cuadrada de 3.

Se emplea un filtro digital para atenuar las armónicas y el ruido. Debido a que con el aislamiento de las unidades sucesivas del capacitor ocurren aumentos discretos predecibles en el desbalance porcentual de la tensión de derivación, se puede seleccionar un valor específico para el parámetro del nivel de bloqueo del BankGuard PLUS.

En la lógica del nivel de bloqueo se incluye un retraso de 0.2 a 30 segundos, que se puede ajustar en campo, para garantizar la operación del fusible asociado con la unidad del capacitor que esté fallando . . . antes de que se activen los contactos de bloqueo para iniciar la activación del dispositivo de conmutación del banco de capacitores. De esta forma, el capacitor que tiene la falla se puede localizar fácilmente.

Las funciones de sobretensión bruta y de alarma son estándar y funcionan de la misma manera que se describió para la aplicación en bancos sin conexión a tierra.

El BankGuard PLUS incluye una función para compensación de desbalances. Esta función se puede utilizar, con la adición de un Dispositivo de Potencial con capacidad completa de 30 voltios-amperes de S&C o un transformador de tensión conectado a la barra colectora de estación, para detectar y compensar desbalances en el banco de capacitores ocasionados por las variaciones en las tolerancias de fabricación entre las unidades de capacitor en el banco. De otra manera, dicha tensión de error puede provocar operaciones falsas que tendrían como consecuencia el bloqueo del banco de capacitores, o por el contrario, ninguna operación cuando se necesite una.

### Protección para Reactores en Derivación Sin Conexión a Tierra

El BankGuard PLUS proporciona protección para reactores en derivación conectados en estrella y *sin conexión a tierra* — ya sean reactores trifásicos o bien bancos trifásicos de reactores monofásicos — mediante la detección de fallas entre las espiras de los devanados de estos reactores en derivación, que es la forma más común de fallas en los reactores. Vea la Figura 6.

El BankGuard PLUS utiliza una entrada analógica que detecta la tensión de neutro a tierra del reactor, monitoreada por un Dispositivo de Potencial de 15 voltios-amperes de S&C. Se emplea un filtro digital para atenuar las armónicas y el ruido. Cuando sucede una falla entre espiras en uno de los devanados de fase, el reactor en derivación queda protegido contra daños adicionales por la conmutación automática que es iniciada por el

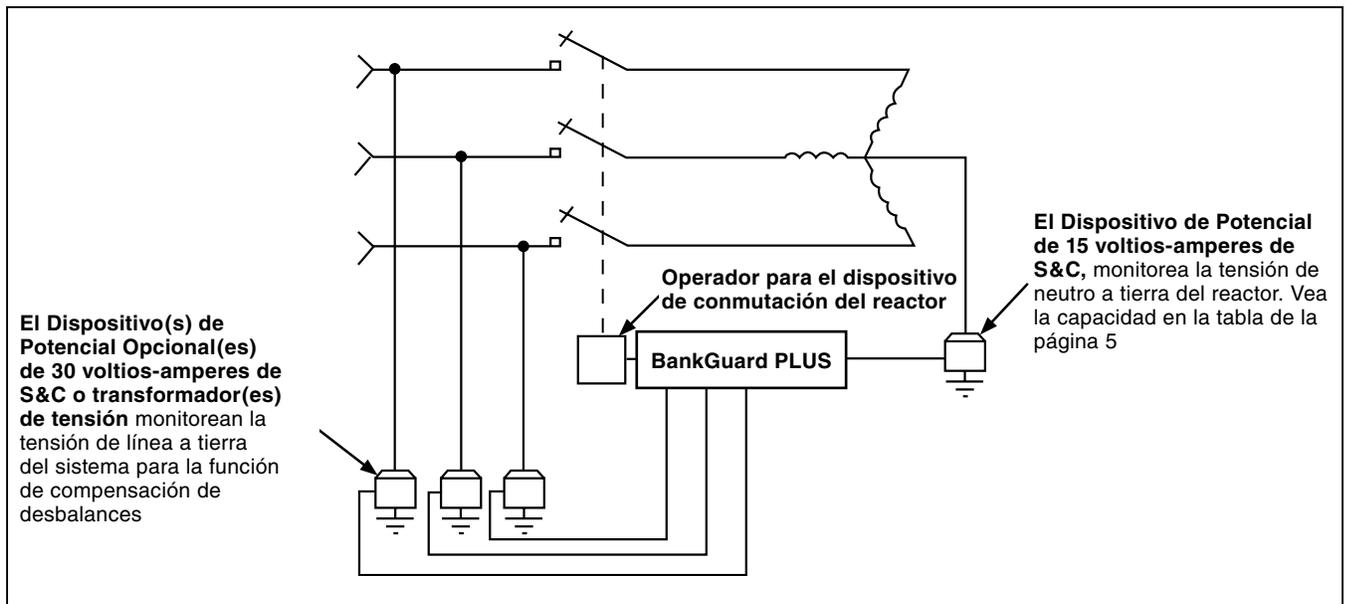


Figura 6. Diagrama de sistema del BankGuard PLUS para protección de reactores en derivación sin conexión a tierra.

BankGuard PLUS—la cual aísla y bloquea el reactor en derivación cuando se rebasa el valor predeterminado de tensión de neutro a tierra que se haya configurado en la función de bloqueo.

En la lógica del nivel de bloqueo se incluye un retraso de 0.2 a 30 segundos, que se puede ajustar en campo, para garantizar que las perturbaciones transitorias no inicien un aislamiento no deseado del reactor.

Se emplea una lógica de sobretensión bruta, la cual se salta el nivel de bloqueo y la lógica de control de tiempos, para iniciar el aislamiento y el bloqueo del reactor en caso de que haya una falla que abra el circuito de todo un devanado de fase. Esta lógica se activa, después de un retraso de 0.2 a 5 segundos, que se puede ajustar en campo, con aquellas fallas que produzcan una tensión de neutro a tierra en reactor que rebase un nivel ajustable de 1000 a 5000 voltios.

El BankGuard PLUS incluye una función para compensación de desbalances. Esta función se puede utili-

zar, con la adición de un Dispositivo(s) de Potencial con capacidad completa de 30 voltios-amperes de S&C o un transformador(es) de tensión conectado a la barra colectora de estación, para detectar y compensar la tensión de error que aparezca entre el neutro y la tierra del reactor. La tensión de error puede ser ocasionada por desbalances de tensión en el sistema y/o desbalances inherentes al reactor provocados por las variaciones en las tolerancias de fabricación entre los devanados de fase. De otra manera, dicha tensión de error puede provocar operaciones falsas que tendrían como consecuencia el bloqueo del reactor, o por el contrario, ninguna operación cuando sí se necesite una.

Si las variaciones en las tolerancias de fabricación de los devanados del reactor son una preocupación específica, se necesita un solo dispositivo de potencial o transformador de tensión. Si el desbalance de tensión del sistema también es una preocupación, se necesitan tres dispositivos de potencial o transformadores de tensión.

## Especificaciones

### Circuito de Entrada de Tensión de Neutro a Tierra

- Margen Normal de Tensión de Operación: 0 a 150 voltios
- Margen de Frecuencia: 50/60 Hz
- Sobrecarga: menos de 0.1 VA

### Circuito de Entrada del Sistema para Compensación de Desbalances

- Margen de Tensión: 10 a 150 voltios, trifásica
- Margen de Frecuencia: 50/60 Hz
- Sobrecarga: menos de 0.1 VA

### Nivel de Bloqueo

#### ■ **Detector de Nivel**

Margen de Ajuste: 0 a 2000 voltios

Exactitud:  $\pm 1\%$  del margen

#### ■ **Retraso para Iniciar el Bloqueo**

Ajuste de Fábrica: 10 segundos

Margen de Ajuste: 0.2 a 30 segundos

### Alarma

#### ■ **Detector de Nivel**

Margen de Ajuste: 0 a 2000 voltios

Exactitud:  $\pm 1\%$  del margen

#### ■ **Retraso para Iniciar la Alarma**

Ajuste de Fábrica: 10 segundos

Margen de Ajuste: 0.2 a 30 segundos

### Circuito de Sobretensión Bruta

#### ■ **Detector de Nivel**

Margen de Ajuste: 1000 a 5000 voltios

Exactitud:  $\pm 1\%$  del margen

#### ■ **Retraso para Iniciar el Bloqueo**

Ajuste de Fábrica: 2 segundos

Margen de Ajuste: 0.2 a 5 segundos

### Capacidades del Contacto del Relevador de Salida

- 16 A a 250 Vac
- 0.5 A a 125 Vdc
- 16 A a 24 Vdc

Se necesita un relevador de interposición si estas capacidades se van a rebasar

### Requisitos de Alimentación de Control

- 48 – 250 Vdc
- 100 – 240 Vac, 50 o 60 Hz

### Especificaciones Ambientales

- Temperatura:  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$ , la PCL opera a  $-20^{\circ}\text{C}$
- Humedad: 0-95% (sin condensación)

### Gabinete

- 17.13" de ancho  $\times$  14.68" de fondo  $\times$  5.25" de altura (más ménsula de montaje) para montaje en estante de 19"
- De aluminio Pintado
- Peso (nominal) 11 lbs.

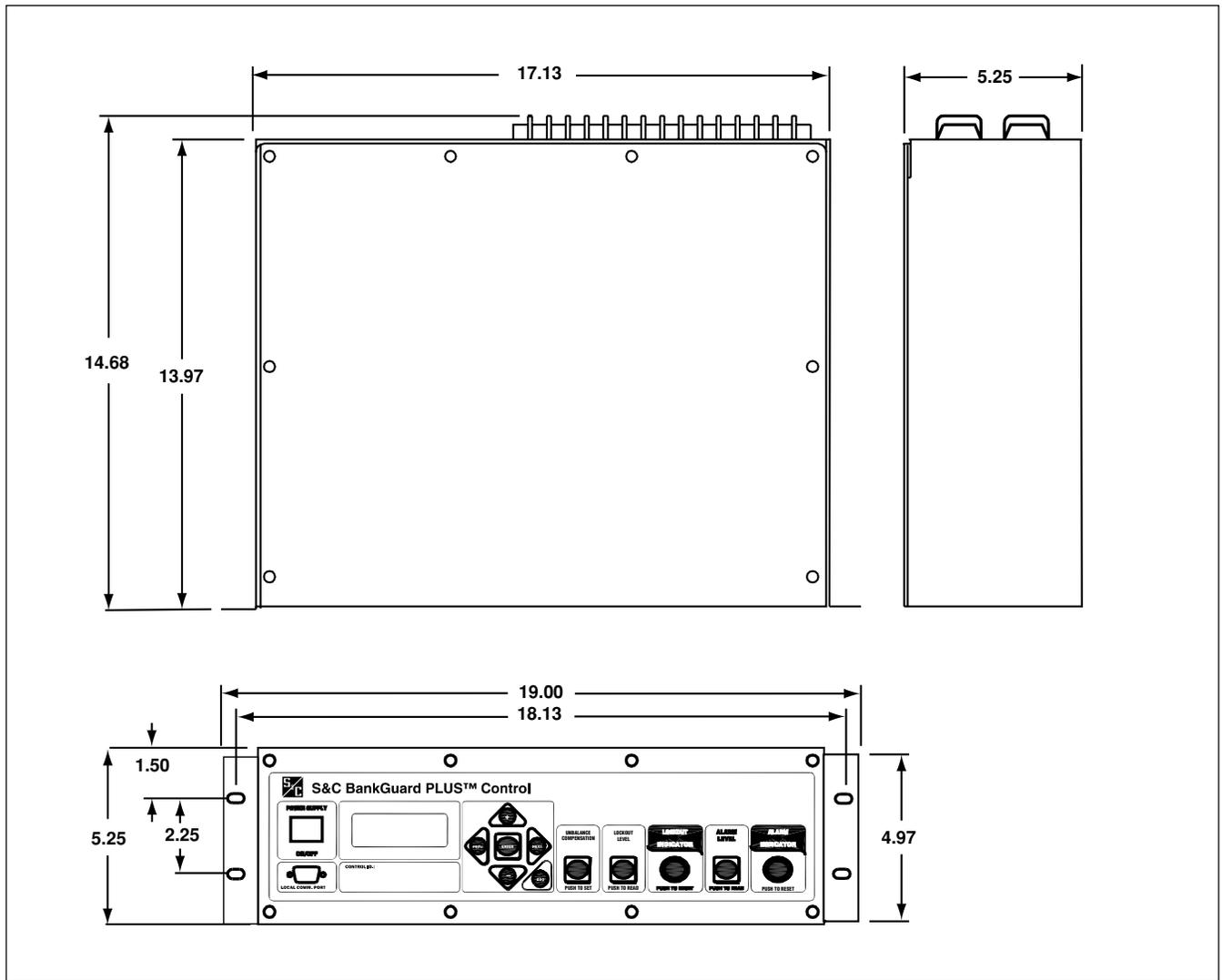


Figura 7. Dimensiones del BankGuard PLUS, en pulgadas.

## Instalación del BankGuard PLUS

Los Controles BankGuard PLUS son adecuados para colocarse en un bastidor estándar de 19 pulgadas para relevadores. Vea la Figura 7. Las conexiones externas del cableado de alimentación se hacen en bandas de terminales numeradas en la parte trasera del dispositivo. Se incluyen los fusibles y los bloques de fusibles para la fuente de alimentación, los cuales deben ser instalados por el usuario. Para que el control se monte a la perfección en tableros de distribución, consolas de control u otros tipos de gabinetes, contamos con un bisel de montaje opcional.





---

**Boletín Descriptivo 1011-30S**

Marzo 16, 2009©

Oficinas en Todo el Mundo ■ [www.sandc.com](http://www.sandc.com)



**S&C ELECTRIC COMPANY**

Excellence Through Innovation