

CAPITULO IV

DIMENSIONAMIENTO, OPERACIÓN Y PROTECCIÓN DE BANCO DE CAPACITORES

Dimensionamiento de bancos de capacitores de fusibles externos, trifásicos y conectados en estrella flotante.

Generalidades

Para determinar la capacidad de un banco de capacitores se realizan estudios de flujos de potencia (en demanda mínima, media y máxima) y/o se analiza la carga (curvas de demanda diaria, perfiles de potencia real, reactiva, FP y voltaje) de tal manera que dicho banco de capacitores no esté entrando y saliendo de operación, que en demanda mínima y con el banco de capacitores insertado el voltaje no se eleve arriba del 3% del nominal.

$$\% \Delta V = \frac{MVAR_c}{MVA_{cc}} \times 100$$

Conexión del banco de capacitores.

Los bancos de capacitores pueden ser conectados en delta, estrella sólidamente aterrizada o flotante, doble estrella sólidamente aterrizada o flotante. La conexión delta se encuentra en sistemas de baja tensión y se determina generalmente por razones económicas.

Las conexiones estrella y doble estrella sólidamente aterrizada se aplica sólo en sistemas eléctricos de potencia multi-aterrizados y en todos los niveles de tensión, en éste caso las armónicas triples existentes (de secuencia cero) fluyen por los circuitos de neutro o de retorno a tierra y pueden causar problemas de interferencia telefónica o en los circuitos de control, la ventaja es que se presentan sobretensiones transitorias menores que en la conexión flotante. La conexión estrella y doble estrella flotante se aplica en cualquier sistema (multi-aterrizado o flotante).

Ya establecida la conexión del banco de capacitores, se especifica para un 1.05 PU del voltaje nominal (los sistemas eléctricos de potencia son dinámicos y el voltaje podría variar un $\pm 5\%$ del nominal) más la suma aritmética de los voltajes armónicos. Construidas las unidades capacitoras en base a la Norma IEEE- Std 18 - 1992.

Voltaje para especificación $V_{op} = 1.05 V_1 + \sum V_h$

V_1 = Voltaje nominal a 60 Hz.

V_h = Voltaje armónico (2^a, 3^a, 4^a, 5^a, 7^a, Etc.)

Para obtener la potencia deseada se deberá incrementar la potencia nominal un 10%, ya que a voltaje nominal sólo suministrará dicho banco de capacitores el 90% de su potencia nominal (por la relación al cuadrado del voltaje nominal entre el voltaje especificado).

Para el caso donde se desconozcan los voltajes armónicos, se especificará el banco de capacitores para 1.05 PU del voltaje nominal, formado por unidades capacitoras construidas en base a la Norma IEEE- Std 18 - 1992 y también para obtener la potencia deseada se deberá incrementar la potencia nominal un 10%, ya que a voltaje nominal sólo suministrará dicho banco de capacitores el 90% de su potencia nominal (por la relación al cuadrado del voltaje nominal entre el voltaje especificado).

Dimensionamiento del banco de capacitores

$$\text{No. de Grupos Serie por Fase} = \frac{1.05 (\text{Voltaje Nominal del Sistema})}{(\sqrt{3})(\text{Voltaje Nominal de Unidades Capacitoras})}$$

$$(\text{No. de Unidades Capacitoras de cada Grupo Serie}) = \frac{\frac{\text{Capacidad del Banco Trifásico}}{(3)(\text{No. de Grupos Serie por Fase})}}{\text{Capacidad de las Unidades Capacitoras Seleccionadas}}$$

Se elige la capacidad de unidades capacitoras de tal manera que cuando opera un fusible de una unidad capacitadora de un grupo serie, el voltaje de las unidades restantes (V_{C1}) sea menor a 1.1 el voltaje nominal de las mismas $\left(\frac{V_{C1}}{V_n} \right)$.

El Voltaje en Unidades Capacitoras restantes del grupo serie fallado:

$$V_{C1} = \frac{3(V_{LG})(P)}{3S(P - F_1) + 2F_1}$$

El Voltaje de grupos serie sanos de la misma fase donde fallo alguna Unidad Capacitora de un grupo serie:

$$V_{C2} = \frac{3V_{LG}(P - F_1)}{3S(P - F_1) + 2F_1}$$

El Voltaje de neutro a tierra física:
$$V_{NG} = \frac{V_{LG} * F_1}{3S(P - F_1) + 2F_1}$$

En donde:

V_{LG} = Voltaje de línea a tierra.

S = Número de grupos serie.

P = Número de unidades capacitoras del grupo serie.

F_1 = Número de unidades falladas.

Ya teniendo la localización y capacidad del banco de capacitores, es necesario tener la corriente o potencia de corto-circuito trifásico y monofásico, la relación X/R y calcular la frecuencia de resonancia paralelo entre el sistema y dicho banco de capacitores.

$$\bar{f} = \sqrt{\frac{MVA_{CC}}{MVAR_C}} = \sqrt{\frac{X_C}{X_S}} \quad (\text{pu})$$

Si la frecuencia de resonancia ocurre a una frecuencia característica o cercana a ella (3ª, 5ª, 7ª, 11ª y 13ª), se estima y se calcula la distribución de corrientes

armónicas, así como la distorsión armónica individual y total de corrientes y voltajes armónicos, cuidando que éstos valores sean menores a los límites que establece la norma L000045 de CFE o la IEEE Std 519 y además verificar que los diferentes equipos soporten la distorsión armónica presente en el sistema.

Corriente y voltaje RMS:

$$I_{\text{RMS}} = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_h^2} \quad V_{\text{RMS}} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_h^2}$$

Distorsión armónica individual de corriente y voltaje:

$$\% \text{HDi} = \frac{I_h}{I_1} \times 100 \quad \% \text{HDv} = \frac{V_h}{V_1} \times 100$$

Distorsión armónica total de corriente y voltaje:

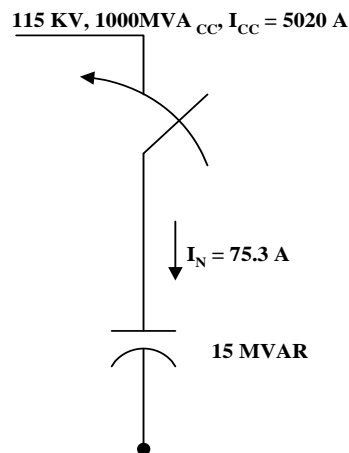
$$\% \text{THDi} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} \times 100 \quad \% \text{THDv} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2}}{V_1} \times 100$$

En caso de no cumplir con lo establecido por la norma, se tendrá que disminuir la capacidad del banco de capacitores o incrementar la capacidad de corto-circuito del sistema o dimensionar un filtro en lugar de un banco de capacitores o colocar un reactor de choque o aplicar la Norma L000045 de CFE referente a la inyección de corrientes armónicas por parte de los usuarios, Etc.

En caso de resultar dos bancos de capacitores, se tendrá que instalar en uno de ellos un reactor de amortiguamiento ($0.5 \leq L \leq 5 \text{ mH}$) para limitar la corriente de inrush al energizar un banco estando el otro conectado y para limitar la corriente de inrush para una falla externa.

🚧 CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE INRUSH

1.- Al energizarse un banco de capacitores de 15 MVAR en 115 KV, teniendo una capacidad de corto circuito trifásico de 1000 MVA_{CC} .



$$I_{\text{INRUSH MÁX}} (\text{A}) = \sqrt{2} \cdot \sqrt{I_{CC} \cdot I_N}$$

$$= \sqrt{2} \cdot \sqrt{5020 (75.3)}$$

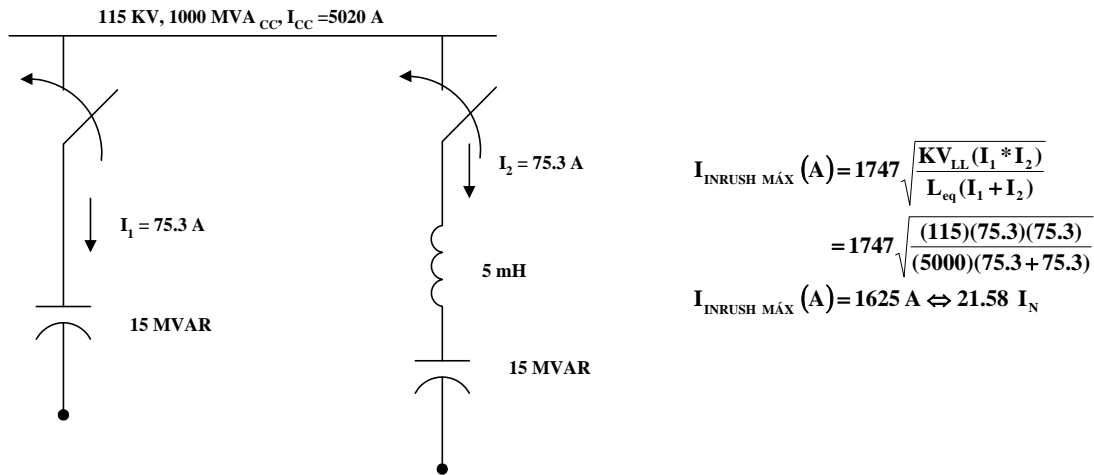
$$I_{\text{INRUSH MÁX}} (\text{A}) = 869.5 \text{ AMP'S}$$

Frecuencia de la corriente de INRUSH.

$$\bar{f} = \sqrt{\frac{I_{CC}}{I_N}} = \sqrt{\frac{5020}{75.3}} = 8.165 \Leftrightarrow 490 \text{ Hz}$$

EL PERÍODO $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{490 \text{ Hz}} = 2 \text{ mS}$

2.- Al energizarse un banco de capacitores de 15 MVAR, 115 KV, con reactor de amortiguamiento de 5 mH, estando otro energizado de las mismas características.



Frecuencia de la corriente de INRUSH:

$$f \text{ (KHz)} = 9.5 \sqrt{\frac{f_s \text{ KV}_{LL} (I_1 + I_2)}{L_{eq} (I_1 * I_2)}}$$

$$f \text{ (KHz)} = 9.5 \sqrt{\frac{(60)(115)(75.3 + 75.3)}{(5000)(75.3)(75.3)}} = 1.818 \text{ KHz}$$

El período de la corriente de INRUSH

$$T(\text{seg}) = \frac{1}{f} = \frac{1}{1818} = 5.5 \text{ E} - 4 \text{ Seg} \Leftrightarrow 0.55 \text{ mS}$$

🚧 **Guía para la protección de bancos de capacitores de potencia conectados en estrella flotante.**

En el dimensionamiento de los bancos de capacitores se consideraron unidades capacitoras de fusibles externos de diferentes capacidades y voltajes nominales

de 13.8 kV conectados en estrella flotante, resultando 5 grupos serie para bancos conectados en sistemas de 115 kV y de 3 grupos para 69 kV.

Los criterios de protección son asegurar un daño mínimo al banco en caso de una falla interna, removiéndolo del sistema antes que el daño sea severo. Cuando una unidad capacitadora falle, se aislará sin causar problemas a unidades adyacentes.

El esquema de protecciones considera lo siguiente:

1.- Sobrecorrientes por fallas en el bus del banco de capacitores: Al ocurrir una falla entre el interruptor y el banco de capacitores opera rápidamente el relevador 50F/51F.

2.- Sobrecorrientes por falla de alguna unidad capacitadora: Al corto-circuitarse una unidad capacitadora opera rápidamente el fusible individual, sacándola de operación previniéndose así la ruptura de la caja que causaría daño a unidades adyacentes. Podrá salir una unidad capacitadora de un grupo serie continuando la operación del banco de capacitores ya que el sobrevoltaje de las unidades restantes del grupo no rebasa el 10% permitido (enviando sólo una alarma el relevador 64N). Cuando fallan y salen de operación 2 unidades capacitadoras de un grupo serie el sobrevoltaje de las unidades restantes del mismo grupo rebasa el 10% permitido, el 64N lo sensa y envía alarma y disparo a interruptor del banco de capacitores, podría darse el caso en el que saliendo de operación 2 unidades capacitadoras de un grupo serie, el sobrevoltaje en las unidades restantes del mismo grupo no rebasa el 10% permitido, por lo tanto el 64N enviará alarma y disparo en cuanto salgan de operación 3 unidades capacitadoras de un grupo serie.

Está diseñado el esquema de protecciones de tal manera que cuando falle la operación del fusible, opere el relevador 64N mucho antes de la ruptura de la caja.

3.- Sobre-voltajes continuos en unidades capacitoras: No se permiten sobrevoltajes continuos superiores al 10 % del nominal (debido a las condiciones normales o anormales de operación del sistema o por fallas internas del banco de capacitores), ya que operará indirectamente después de un tiempo el relevador 51F y/o directamente el 59B.

4.- Que al corto-circuitarse una unidad capacitadora de un grupo serie, se tenga una baja magnitud de corriente total de descarga suministrada por las unidades capacitoras sanas del mismo grupo: para lograrlo, en el dimensionamiento del banco de capacitores se deben evitar capacidades de grupos serie superiores a 4650 KVAR.

5.- Corrientes de inrush durante la energización del banco de capacitores: se consideran las corrientes de inrush para determinar la capacidad y tipo del fusible individual de las unidades capacitoras. La corriente máxima de inrush dividida entre el número de unidades en paralelo del grupo serie, proporciona la corriente de inrush que circula por cada unidad capacitadora durante 0.1 seg., la cual no debe alcanzar la curva de operación característica del fusible (mínimum melting time)

6.- Fallas de arco en y entre racks de bancos de capacitores: Las corrientes por éste tipo de fallas son relativamente bajas y son detectadas por el relevador 51F,

el cuál debe tener una característica inversa de tiempo corto para que opere rápidamente antes que el daño sea severo.

7.- Sobrecorrientes por falla interna de fase a tierra: Son corrientes de baja magnitud que son detectadas por el relevador 51N (conectado residualmente), el cuál libra la falla muy rápidamente y el 64N opera como respaldo.

8.- Sobrevoltajes transitorios en el sistema: Se aplican apartarrayos de capacidad adecuada para atenuarlos.

✚ Criterios para determinar la capacidad del fusible y ajustes de los relevadores para la protección del banco de capacitores, conectado en estrella flotante.

1.- Potencia reactiva 3ϕ suministrada por el banco de capacitores al voltaje nominal del sistema.

Nota: Para formar los grupos serie del banco de capacitores se consideran unidades capacitoras de 13.8 kV nominales.

$$Q_{3\phi} = \left(\frac{V_N}{13.8(S)} \right)^2 (Q_N)$$

Donde:

V_N = Voltaje Nominal del Sistema entre fases en kV

S = Número de grupos serie

Q_N = Q_{Nominal} del banco de capacitores

2.- Corriente de operación (I_{OP}) del banco de capacitores al voltaje nominal del sistema.

$$I_{OP} = \frac{Q_{3\phi}}{\sqrt{3} (V_N)}$$

3.- Capacidad de los fusibles externos “Tipo K” de las unidades capacitoras (I_f)

$$I_f = I_{OP}$$

Se toma el valor de la capacidad del fusible igual ó el inmediato superior.

4.- Cálculo de la Relación de Transformación de los TC's que alimentan a los relevadores 50F/51F ($I_{prim.} / 5 A$)

$$I_{prim.} = 2 I_{OP}$$

$$I_{cc3\phi} \leq 20 I_{prim.}$$

La relación de transformación seleccionada debe cumplir con ambas igualdades.

5.- Cálculo de ajuste del relevador 51F (con característica inversa de tiempo corto).

5.1 Corriente mínima de puesta de operación del Relevador

$$I_{PICKUP} = \frac{1.1 I_{OP}}{RTC}$$

5.2 El Dial ó la Palanca se selecciona de tal manera que la curva de operación característica quede ligeramente arriba del tiempo de libramiento total del fusible (Total clearing time).

6.- Cálculo del ajuste del Relevador Instantáneo (50F).

6.1 Instantáneo = $3 I_{OP}$

6.2 Tiempo de retardo = 0.1 Seg.

7.- Cálculo del ajuste del 51N (Característica de operación de tiempo inverso)

7.1 Corriente mínima de puesta en operación del Relevador

$$I_{PICKUP} \cong 0.15 I_{OP}$$

7.2 El Dial ó la Palanca se selecciona para la corriente de falla a tierra mínima, donde el tiempo de operación es de 0.2 seg aproximadamente.

8.- Cálculo de ajustes del relevador que protege contra desbalance del neutro del banco de capacitores (64N).

8.1 Alarma por pequeño desbalance

$$V_{AJUSTE} \cong 0.80 V_{NG1} ;$$

Tiempo de operación = 5 Seg.

V_{NG1} = Voltaje de neutro a tierra cuando sale de operación una unidad capacitadora de un grupo serie.

8.2 Alarma y disparo por desbalance del banco de capacitores.

$$V_{AJUSTE} \cong 0.80 V_{NG2}$$

Tiempo de operación = 5 Seg.

V_{NG2} = Voltaje de neutro a tierra cuando salen de operación 2 unidades capacitoras de un grupo serie.

8.3 Alarma y disparo por severo desbalance del banco de capacitores.

$$V_{AJUSTE} \cong 2.0 V_{NG2}$$

Tiempo de operación: Para la corriente (I_{CC1}) cuando se cortocircuita una unidad capacitadora, se selecciona un tiempo ligeramente arriba de la curva del tiempo de libramiento total del fusible (total clearing time) individual de la unidad capacitadora:

$$0.5 \leq \text{Tiempo de Ajuste} \leq 0.8 \text{ Seg.}$$

9. – Cálculo de Ajustes del relevador de bajo y alto voltaje 27B/59B.

9.1 Ajuste del relevador de bajo voltaje 27B.

$$V_{AJUSTE} \cong 0.8 V_{FT} / RTP$$

V_{FT} = Voltaje nominal de fase a tierra

RTP= Relación de transformación del transformador de potencial

9.2 Ajuste del elemento de alto voltaje 59B.

$$V_{AJUSTE} \cong 1.13 V_{FT} / RTP$$

Tiempo de retardo sugerido = 2 Seg.

Notas:

1. Es muy importante que el Banco de Capacitores quede balanceado (que las capacitancias de las fases sean iguales dentro de lo posible), para tener una corriente residual secundaria menor al 10% y el voltaje de neutro que tienda a cero.
2. En caso de salir de operación el Banco de Capacitores por falla externa, es conveniente analizar la situación y subir Dial ó tiempo de timer's de los dispositivos de protección.

Esquemas de medición, control y protección de los bancos de capacitores

El banco de capacitores debe contar con el siguiente equipo:

I.- El equipo de medición del banco de capacitores debe medir los siguientes parámetros como mínimo:

1. Voltajes instantáneos RMS de fase y entre fases (V_a , V_b , V_c , V_{ab} , V_{bc} y V_{ca}) considerando los voltajes armónicos presentes

2. Corrientes instantáneas RMS de fase y de neutro (I_a , I_b , I_c e I_n), I_n calculada de $I_a + I_b + I_c$ también considerando las corrientes armónicas
3. Grabación simultánea de la forma de onda de todos los canales de voltaje y corriente durante un segundo (opcional).
4. Potencia reactiva por fase y trifásica (MVAR a, b, c y 3F)
5. Factor de potencia por fase y trifásico (FP a, b, c y 3F)
6. Frecuencia (FREC Hertz)
7. Alimentación de voltaje de directa en el equipo (si lo requiere el equipo)
8. Medición de la distorsión armónica individual y total de corriente y voltaje, que muestre el espectro armónico en su display
9. Medición de sag's, swell's, transitorios e interrupciones, graficados sobre la curva CBEMA (opcional)
10. Medición de componentes simétricas magnitud y ángulo de fase para todas las corrientes y voltajes de entrada (opcional)
11. El equipo de medición debe estar equipado con al menos 2 MB de memoria no volátil para almacenar la información histórica referente a la calidad de la energía, ajustes de alarmas, Etc. (opcional)
12. El equipo de medición debe estar equipado con 4 entradas digitales y 4 salidas digitales, además de 2 salidas analógicas (opcional)

II.- Registrador de eventos que almacene en su memoria no volátil los últimos 30 ciclos de la corriente, voltaje y frecuencia para el análisis de algún disturbio (existen equipos de medición que ya tienen integrada ésta función).

III.- El banco de capacitores debe contar con un control programable de potencia reactiva y factor de potencia para su operación automática.

III.1.- Debe implementarse un Timer en el circuito de control del interruptor del Banco de Capacitores, para evitar la re-energización de dicho banco, este Timer se debe ajustar a 5 minutos que es el tiempo suficiente para que se descargue el banco.

IV.- El fabricante del banco de capacitores deberá suministrar las curvas de operación de fusibles externos seleccionados para la protección individual de las unidades capacitivas

V.- Relevador digital de sobrecorriente 50F/ 51F que traiga integrada la conexión residual del 51N y 1 timer para la salida de disparo del 50F.

V.1.- El instantáneo 50F debe tener un rango de ajuste de 1 a 100 A, con pasos de 0.1 A (5 A nominal).

➤ El rango de ajuste del timer deberá ser de 0.0 a 60 ciclos con pasos de 1 ciclo.

V.2.- El relevador de sobrecorriente de tiempo inverso (51F) debe contar con las siguientes características seleccionables: de tiempo definido, tiempo largo, inversa, muy inversa, extremadamente inversa y de tiempo corto, ésta última es la que se utilizará para la protección de bancos de

capacitores, por lo tanto, es indispensable que el relevador traiga ésta característica.

- El rango de ajuste del tap debe ser como mínimo de 0.5 a 16 A, con pasos de 0.01 A (5 A nominal)
- El rango del dial debe ser de 0.50 a 15 con pasos de .01 (US) o de 0.05 a 1 con pasos de 0.01 (IEC).

V.3.- El relevador de sobrecorriente de tiempo inverso (51N) debe contar con las siguientes características seleccionables: de tiempo definido, tiempo largo, inversa, muy inversa, extremadamente inversa y de tiempo corto, la de tiempo inverso es la que se utilizará para la protección de bancos de capacitores, por lo tanto, es indispensable que el relevador traiga ésta característica.

- El rango de ajuste del tap debe ser como mínimo de 0.5 a 16 A, con pasos de 0.01 A (5 A nominal)
- El rango del dial debe ser de 0.50 a 15 con pasos de .01 (US) o de 0.05 a 1 con pasos de 0.01 (IEC).

VI.- Relevador de sobrevoltaje de neutro (64N), debe tener 3 niveles de ajuste de voltaje con salida para alarma o disparo independiente a través de un timer para cada nivel.

- El rango de ajuste para los tres niveles debe ser de 0 a 150 volts, con pasos de 0.1 volt.

- El rango de ajuste para los tres timer's deberá ser de 0.0 a 10 Seg. con pasos de 0.1 Seg.
- Relevador 64N con compensación de voltaje en el neutro (opcional)

VII.- Relevador de bajo y alto voltaje (27B/59B) los cuales energizan un timer y después de un tiempo envían el disparo del interruptor del banco de capacitores, en muchos relevadores digitales de sobrecorriente está integrado el 27B/59B.

- El rango de ajuste para los dos niveles de voltaje debe ser de 0 a 150 volts, con pasos de 0.1 V.
- El rango de ajuste para los dos timer's deberá ser de 0.0 a 10 Seg. con pasos de 0.1 Seg.

¿Qué hacer cuando opera una protección del banco de capacitores?

1. Anotar que protecciones operaron, a qué hora sucedió, consultar registrador de eventos, si coincidió con alguna falla externa o con alguna energización de un equipo, Etc.
2. Inspeccionar visualmente al banco de capacitores: Algún conductor que provocó alguna falla, flameo de aisladores, fusión de algún fusible externo, unidades capacitores infladas o con fuga del dieléctrico.

3. Al cortocircuitarse una unidad capacitadora opera su fusible externo y cinco segundos después el 64N acciona una alarma que indica: que hubo un pequeño desbalance del banco de capacitores y que en las unidades restantes del grupo fallado se tiene un sobre-voltaje (menor al 110% del nominal) que es tolerable por dichas unidades. El personal de mantenimiento debe esperar el momento adecuado para desenergizar el banco de capacitores (demanda media o mínima), esperar 5 minutos para que se descarguen los capacitores y cerrar cuchilla de puesta a tierra, enseguida medir la capacitancia de la unidad capacitadora “fallada” la cuál debe ser menor al 115% de la nominal y en caso contrario, se debe cambiar por una nueva, medirle su capacitancia, cambiar el fusible de la misma capacidad, abrir cuchillas de puesta a tierra, re-energizar el banco de capacitores y medir el voltaje de neutro a tierra que debe tender a cero (10 o 20 volts es correcto).

4. Si opera el relevador 50F es porque hubo una falla de gran magnitud y por lo tanto, se debe analizar el registrador de eventos e inspeccionar el banco de capacitores, encontrar cuál fue la causa de la operación, corregir el problema y re-energizar dicho banco de capacitores.

5. Cuando hay una falla de fase a tierra dentro del banco de capacitores opera rápidamente el relevador 51N y de respaldo operan el 51F y 64N, por lo tanto, se debe analizar el registrador de eventos, inspeccionar el banco de capacitores y corregir el problema antes de re-energizarlo.

6. Cuando se tiene una falla entre rack's opera el relevador 51F, el cuál debe tener una característica inversa de tiempo corto, para librar la falla lo más pronto posible, por lo tanto, se debe analizar el registrador de eventos, inspeccionar el banco de capacitores y corregir el problema antes de re-energizarlo.

7. Cuando sucede un cierre de dos fases, opera el relevador 64N, por lo tanto, se debe analizar el registrador de eventos y así determinar la causa principal de operación ya que el 64N podría operar por falla en unidad capacitadora (cuando se tiene una mala coordinación de protecciones entre el fusible externo y el tiempo de operación para desbalance severo del 64N), o cuando fallan dos unidades capacitadoras de un mismo grupo serie.

8. Cuando se presenta un sobrevoltaje de frecuencia fundamental por rechazo de carga, opera el relevador 59B y energiza un timer el cuál 2 segundos después envía el disparo del interruptor del banco de capacitores, por lo tanto, se debe analizar el registrador de eventos para determinar la causa de la operación, esperar 5 minutos después de la apertura del interruptor y cuando se tengan las condiciones adecuadas re-energizar el banco.

Cuando se presenta una falla externa monofásica (en la fase fallada habrá una caída de voltaje y en las fases sanas un sobrevoltaje), opera protección

primaria del equipo fallado antes de que el relevador 27B/59B envíe el disparo del interruptor de dicho banco de capacitores.

✚ Ejemplos de coordinación de protecciones de bancos de capacitores, conectados en estrella flotante.

Ejemplo 1 Coordinación de protecciones del banco de capacitores de 7.5 MVAR, en 115 kV, conectado en estrella flotante, con una capacidad de corto-circuito trifásica de $909 \text{ MVA}_{\text{CC}3\phi} \Leftrightarrow 4565 \text{ A}$ en el bus de 115 kV.

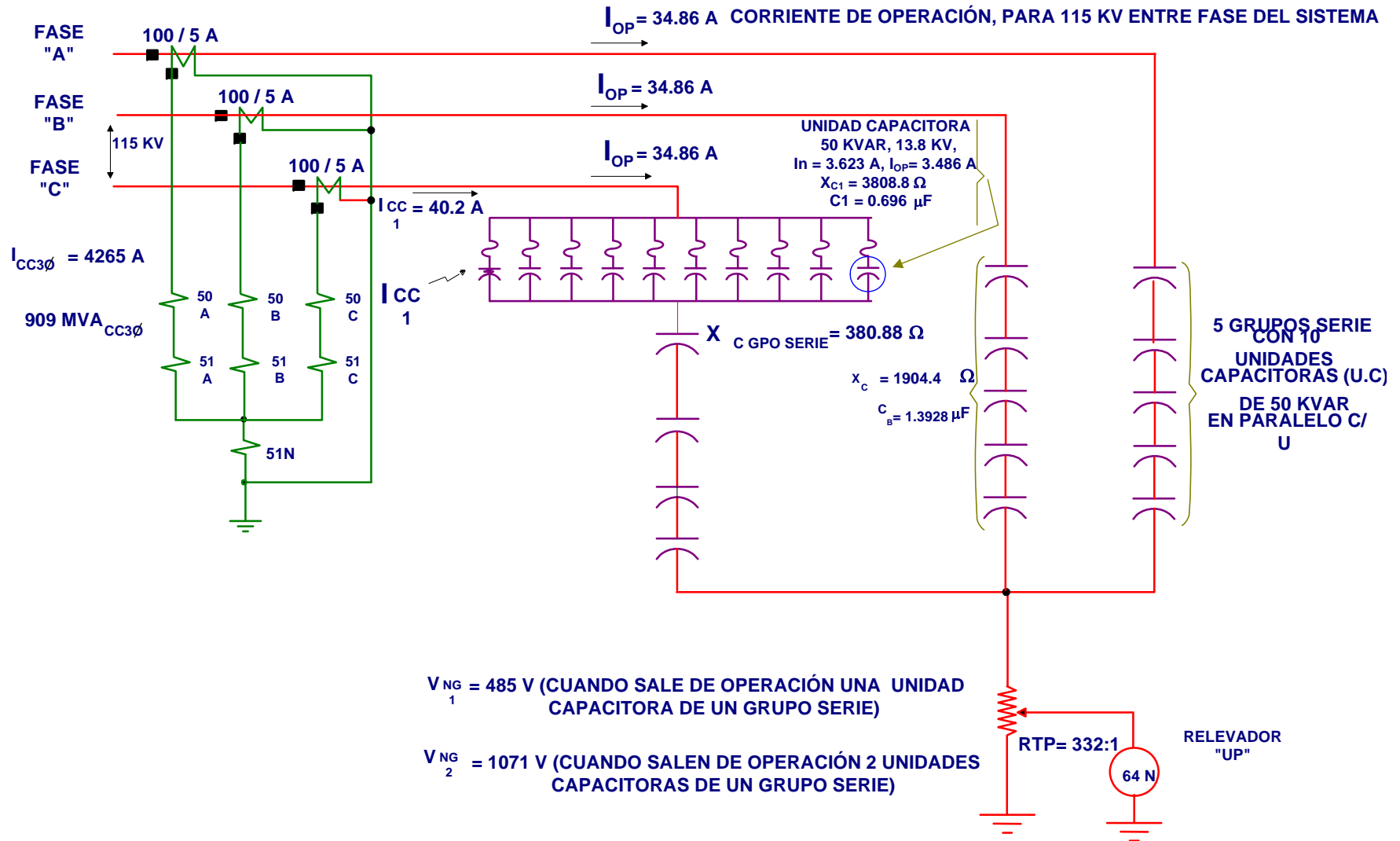
(Banco de Capacitores formado por 5 grupos serie con 10 unidades capacitoras de 50 kVAR y 13.8 kV nominales c/u).

Ejemplo 2. Coordinación de protecciones del banco de capacitores de 15 MVAR, en 115 kV, conectado en estrella flotante, con una capacidad de corto circuito trifásica de $846 \text{ MVA}_{\text{CC}3\phi} \Leftrightarrow 4250 \text{ A}$ en el bus de 115 kV.

(Banco de Capacitores formado por 5 grupos serie con 11 unidades capacitoras de 100 kVAR y 13.8 kV nominales c/u).

Ejemplo 1: Esquema de protecciones del banco de capacitores de 7.5 MVAR, en 115 KV, conectado en estrella flotante, con una capacidad de corto-circuito trifásica de $909 \text{ MVA}_{cc} \Leftrightarrow 4565 \text{ a}$, en el bus de 115 KV.

Banco de capacitores formado por 5 grupos serie con 10 unidades capacitoras de 50 KVAR y 13.8 KV nominales



Ejemplo 2: Esquema de protecciones del banco de capacitores de 15 MVAR, en 115 KV, conectado en estrella flotante, con capacidad de corto circuito trifásica de $846 \text{ MVA}_{cc} \Leftrightarrow 4250 \text{ a}$, en el bus de 115 KV.

Banco de capacitores formado por 5 grupos serie con 11 unidades capacitoras de 100 kvar y 13.8 kv nominales

