

PROTECCION EN DISTRIBUCION



PROTECCION DE BANCOS DE CONDENSADORES

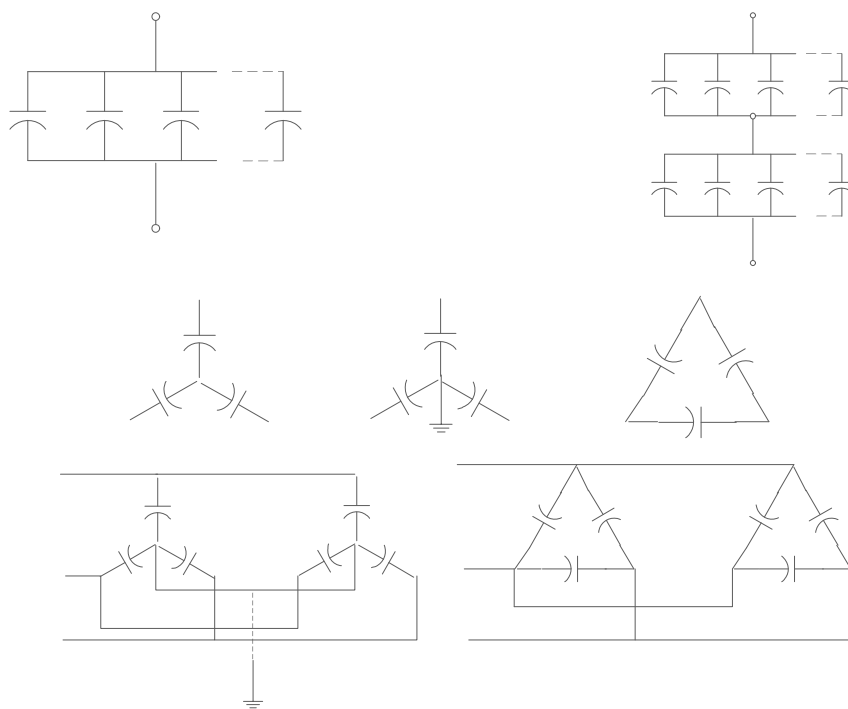
Raúl Saavedra Cossio

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Generalidades:

- *Causa de fallas:* aislamiento delgado y gran superficie expuesta a falla.
- *Conexión más comunes:* conexión triángulo, estrella con neutro aislado y estrella con neutro conectado a tierra; doble triángulo y doble estrella con neutro aterrizado o aislado.
- *Arreglos más comunes:* un grupo de condensadores en paralelo por fase, varios grupos series de condensadores en paralelos por fase.
- El condensador es un elemento muy sensible a la tensión, una sobretensión de 10% puede hacerlo fallar

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES



PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Protección mediante fusibles:

- Por grupo
- Por unidad

Protección por unidad:

Ventajas: - mas selectiva
- permite usar fusibles más pequeños
- indica directamente la unidad fallada

Desventajas

- En conexión estrella con neutro aislado, la aislación de una unidad fallada provoca un desplazamiento del neutro y por consiguiente una sobretensión en las unidades sanas de fases con mayor impedancia
- En conexión estrella con neutro a tierra, sucede que la tensión se redistribuye en las unidades sanas de la misma fase.

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Protección con fusibles:

Objetivos:

1. El fusible debe ser capaz de soportar las corrientes transitorias y normales estables del banco con el fin de impedir fusiones espúreas
2. Debe aislar selectivamente la unidad o rama fallada de condensadores sin causar daños posteriores e interrupciones innecesarias.

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

PROTECCIÓN POR FUSIBLE

Factores de selección del fusible de protección:

- Corriente de carga
- Corriente de puesta en servicio
- La energía de ruptura del tanque
- Tipo de conexión
- Nivel de corto-circuito en el lugar de la instalación
- Corrientes de Inrush y Outrush

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Corriente Nominal del fusible:

El fusible debe tener una corriente nominal igual o superior en un 25% a 35% de la corriente normal del banco de condensadores.

$$I_{Nom. del fusible} = \frac{1.35 \cdot kVAR_{3f}}{\sqrt{3} \cdot kV_{LL}}$$

(Para conexión Estrella con neutro conectado a tierra (135%) y con neutro aislado de tierra (125%))

- El sobre-dimensionamiento considera el efecto porcentual de los siguientes factores:
 - Sobretensiones (10%)
 - Tolerancia de los condensadores (5 a 15%)
 - Armónicas (5% para estrella con neutro aterrizado y 10% con neutro aislado)
- Se debe recordar que los fusibles tipo K y T, tienen una corriente máxima permanente igual a 150% de su corriente Nominal

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES ***CORRIENTE DE PUESTA EN SERVICIO***

Banco de condensadores estrella
aterrizada:

$$(i^2 t)_{falla} = 2,65 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{X}{R}\right)^2} \cdot I_{Nom.banco} \cdot I_{Falla}$$

Considerando que la energía para banco con neutro aislados de tierra es 2,25 veces mayor que para bancos con neutro a tierra, se puede calcular la energía involucrada en cualquier punto del sistema y para diferentes condiciones

Seguidamente es necesario calcular la energía de fusión del fusible seleccionado.

$$(i^2 t)_{de \text{ fusión del fusible}} = 0,7 \cdot (I_{0.01})^2 \cdot 0.01$$

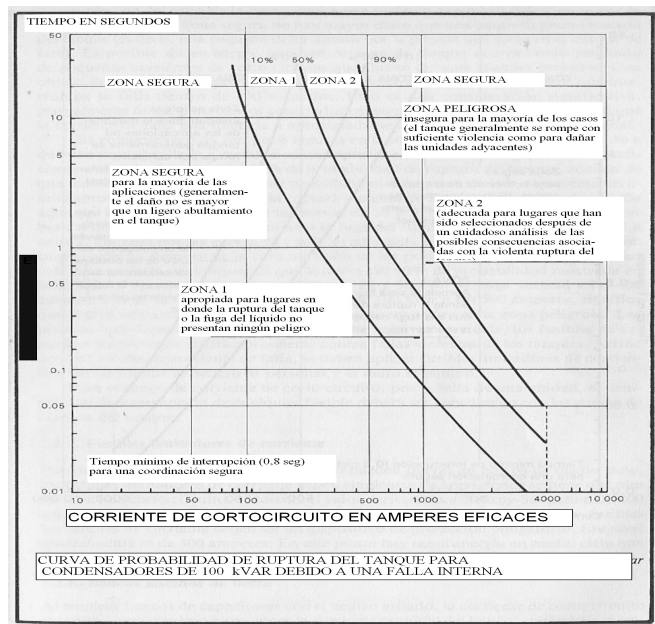
Luego se comparan de manera que::

$$(i^2 t)_{fusión del fusible} \succ (i^2 t)_{falla}$$

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Coordinación con la probabilidad de ruptura del tanque

La probabilidad de ruptura de un tanque se puede definir como la probabilidad de éste como resultado de una falla, que puede significar desde un ligero abultamiento, una pérdida del sello, fractura, hasta una violenta explosión del tanque.



PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Fusibles Limitadores de Corriente.

Estos se funden con un tiempo cercano al medio ciclo, por consiguiente, son aptos para proteger banco de condensadores ubicados en puntos del sistema en que el nivel de cortocircuito es alto.

En puntos en que la corriente de falla es de 80 KA (Kearny-Sangamo) el limitador fusible es el dispositivo obligado (300 A)

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Banco de condensadores con neutro aislado

Al emplear condensadores con neutro flotante tiene como ventaja que se limita la corriente de cortocircuito como máximo a tres veces la corriente nominal del banco, evitándose de este modo el empleo de fusibles limitadores de corriente. Por otra parte, se ayuda a prever el daño por descargas atmosféricas, dado que un rayo ve mejor camino a través del banco de condensadores con neutro a tierra que por el Pararrayos.

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Conexión de bancos cercanos de condensadores

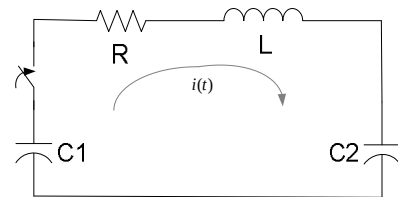
- Al conectar un banco de condensadores descargado, el banco adyacente descarga una energía sobre el banco que se conecta.
- La energía que de carga solo está limitada por la impedancia del banco y la del tramo de línea que los une.

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Conexión de bancos cercanos de condensadores

La energía de descarga está dada por:

$$i^2 t = \frac{\hat{E}^2 \cdot C_1}{2R}$$



y

$$C_1 = \frac{1000 \cdot kVAR_{3f}}{2 \cdot p \cdot \hat{E}^2 \cdot f} = 159.2 \frac{kVAR_{3f}}{\hat{E}^2 \cdot f}$$

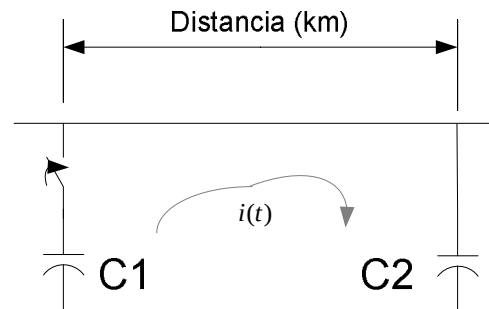
Reemplazando se obtiene la siguiente expresión para la descarga:

$$i^2 t = 79,6 \frac{kVAR_{3f}}{f \cdot R}$$

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Conexión de bancos cercanos de condensadores

Para un fusible seleccionado y un tipo de cable entre el banco de condensadores, se puede determinar la distancia mínima que debe existir entre éstos para que el fusible soporte la transferencia transitoria de carga.



$$Distancia[km] \geq 79.6 \frac{kVAR_{3f}}{f[Hz] \cdot r[\Omega / km] \cdot (i^2 t)_{fusión}}$$

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Protección de bancos de condensadores con relés

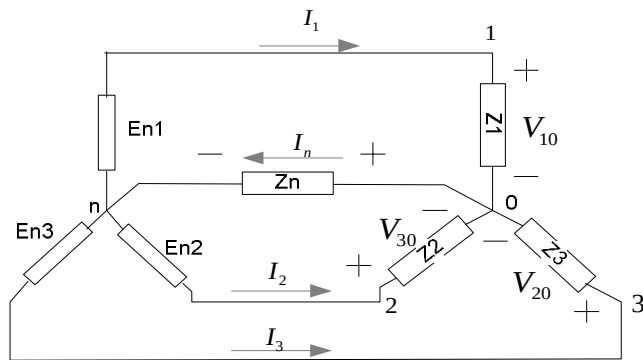
Se les denominan relés de desbalance

CONSIDERACIONES:

1. Deben coordinarse adecuadamente con los fusibles que protegen cada unidad
2. Tener la suficiente sensibilidad como para accionar una alarma cuando se produzca la pérdida de un condensador
3. Ordenar el disparo cuando quede fuera de servicio un número de unidades que provoque una sobretensión de un 10% de la tensión nominal en unidades que queden en servicio
4. Tener un tiempo de respuesta rápido para evitar daños debido a una falla interna
5. No debe operar por: corriente de puesta en servicio, corriente debido a descargas atmosféricas, por desconexión o conexión de maniobras en equipos cercanos o por no simultaneidad en la apertura de los polos de un interruptor o desconectador
6. Debe estar protegido para sobretensiones que aparezcan en el alambrado del circuito de control
7. Incluir un filtro para disminuir el efecto de las armónicas
8. Tener un sistema de bloqueo para evitar reconexión automática del banco después de que se ha detectado una falla en él
9. Debe poseer un medio de compensación de desbalance de la tensión del sistema o desbalance intrínseco por efectos de fabricación del mismo.

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Protección de bancos de condensadores con relés



Teorema de Millman

Donde:

$$Y_k = Z_k^{-1}$$

$$V_{0n} = \frac{E_{1n}Y_1 + E_{2n}Y_2 + E_{3n}Y_3}{Y_n + Y_1 + Y_2 + Y_3} = \frac{\sum_{k=1}^3 E_{kn}Y_k}{Y_n + \sum_{k=1}^3 Y_k}$$

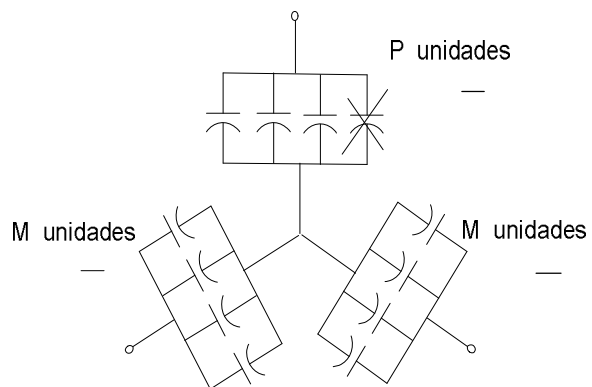
PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Protección de bancos de condensadores con relés

Se aplicará el Teorema de Millman a un banco de condensadores con neutro aislado, en que ha fallado un determinado número de unidades, y se pretende conocer el valor de la sobretensión al tener una carga desbalanceada y tres tensiones balanceadas.

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

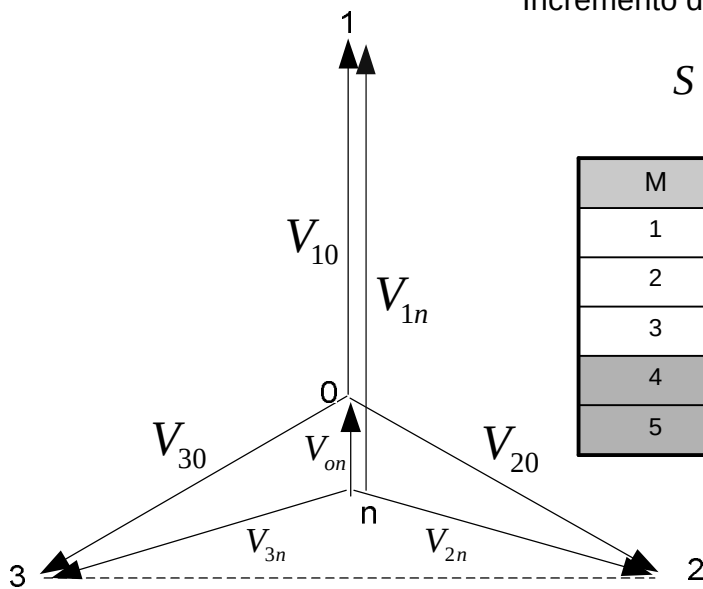
Protección de bancos de condensadores con relés



PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Incremento de tensión en por unidad:

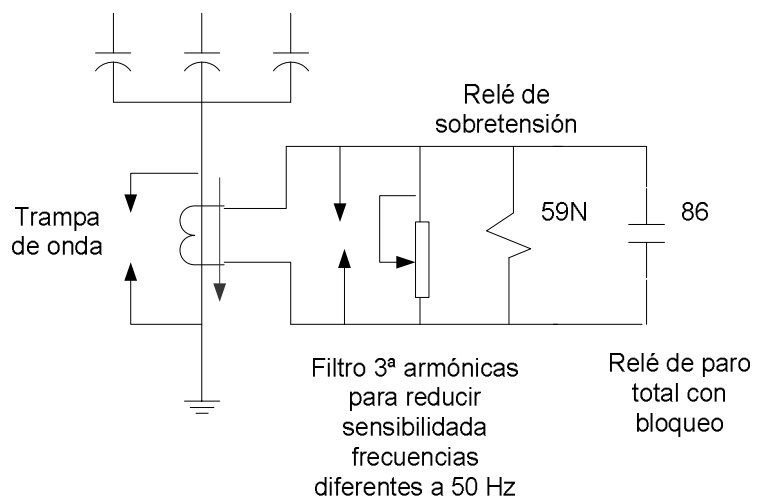
$$S = \frac{V_{0n}}{V_{10}} = \frac{M - P}{P + 2M}$$



M	N	P	S (0/1)
1	1	0	0.50
2	1	1	0.20
3	1	2	0.12
4	1	3	0.09
5	1	4	0.07

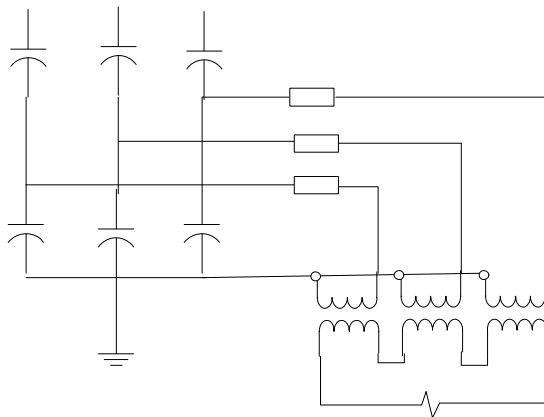
PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Protección por corriente de desbalance en el neutro



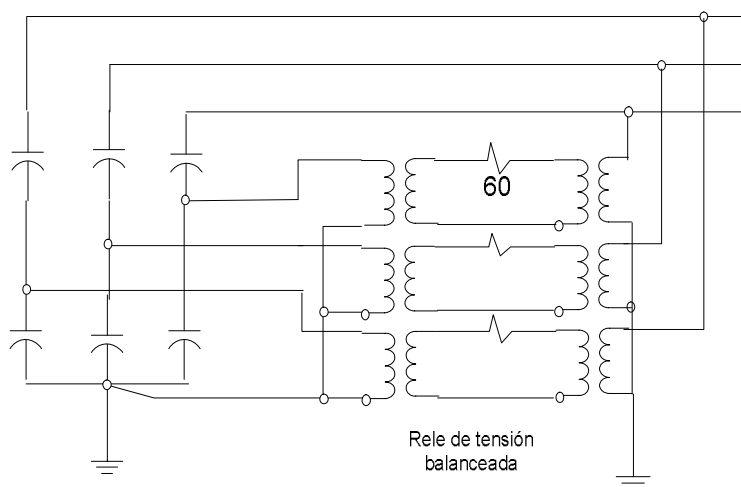
PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Proteccion mediante suma de tensiones en el punto medio



Relé 59N
de sobretensión
para ca.

PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES



PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

Protección por desbalance de una conexión estrella doble

1. Ninguno de estos esquemas es afectado por desbalances exteriores
2. No son afectados por 3ª armónicas
3. Ni a corrientes de impulso debido a maniobra de conexión o desconexión de interruptores
4. El T/C o T/P deben ser seleccionados para valores nominal del sistema
5. La corriente en el neutro y las sobretensiones para la figura a) se determinan de los gráficos 7.23 y 7.24 respectivamente
6. Para la figura b) de los gráficos 7.25 y 7.26
7. Para la figura c) los TT/CC se ven afectados por corrientes de impulsos. El desbalance de corrientes y tensiones se pueden determinar con Gráficos 7.18 y 7.19
8. Par la fig d), el rele tiene que tener un filtro de armónicas. La magnitud de tensión en el neutro se determina para este caso mediante los gráficos 7.25 y 7.26

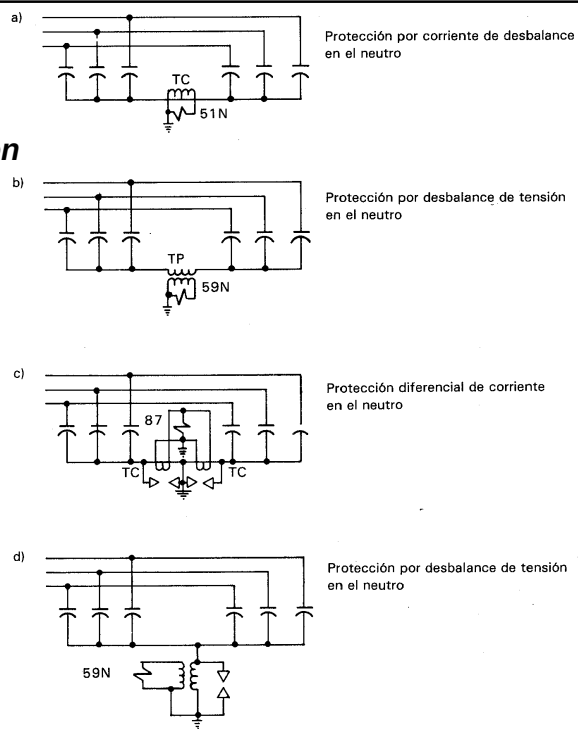


Figura 7.22 Métodos de protección para bancos de capacitores conectados en doble estrella.

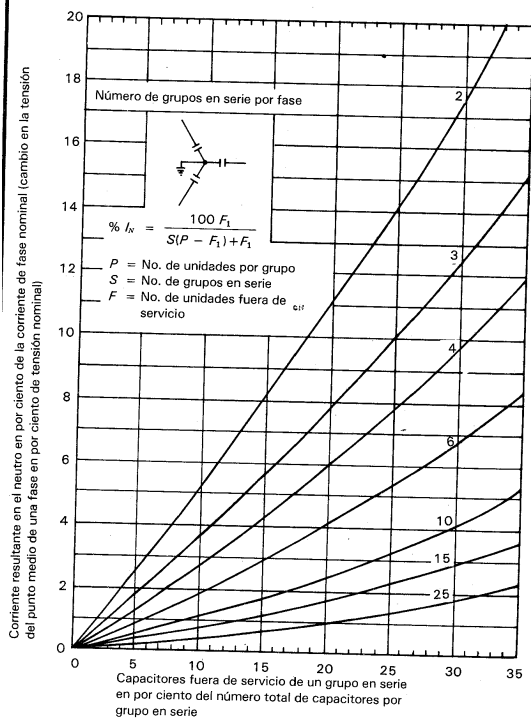


Figura 7.18 Bancos de capacitores conectados en estrella aterrizada: corriente en el neutro (también es el cambio de tensión en el punto medio) VS por ciento de unidades capacitivas dismanadas de un grupo serie.

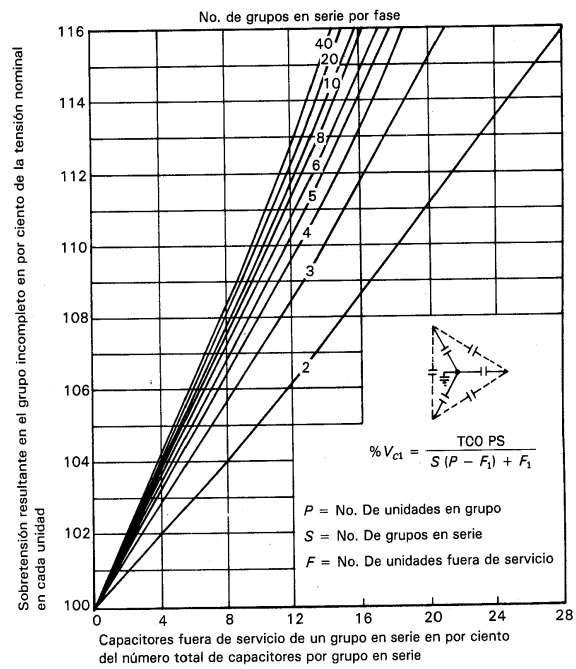


Figura 7.19 Banco de capacitores conectado en delta o en estrella aterrizada: tensión en las unidades capacitivas restantes de un grupo serie VS por ciento de las unidades capacitivas eliminadas de un grupo serie.

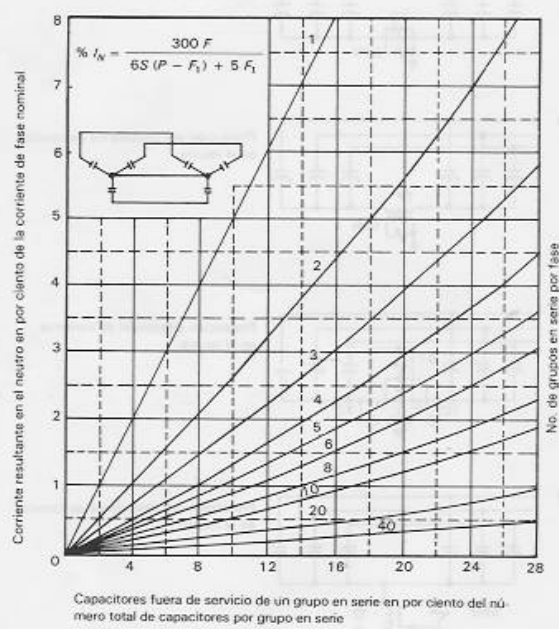


Figura 7.23 Banco de capacitores conectados en doble estrella (los neutros están interconectados): corriente del neutro VS por ciento de unidades capacitivas eliminadas del grupo serie.

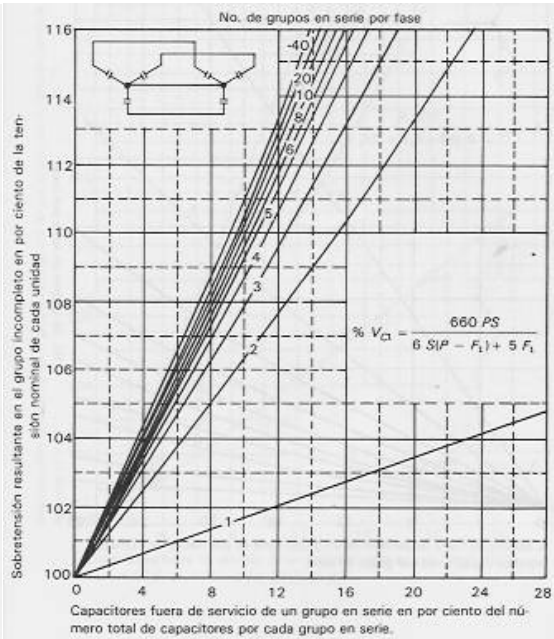


Figura 7.24 Banco de capacitores conectados en doble estrella (los neutros están interconectados): tensión en las unidades capacitivas restantes serie VS por ciento de las unidades capacitivas eliminadas del grupo serie.

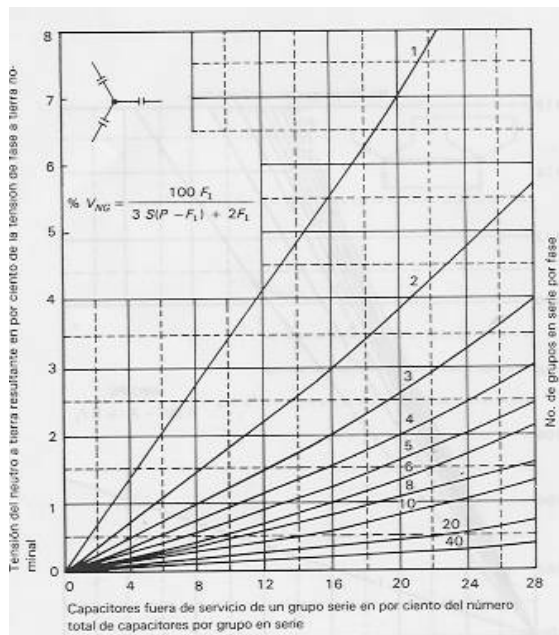


Figura 7.25 Banco de capacitores conectado en estrella flotante: tensión entre el neutro del banco y tierra V_{NG} por ciento de las unidades capacitivas eliminadas del grupo serie.

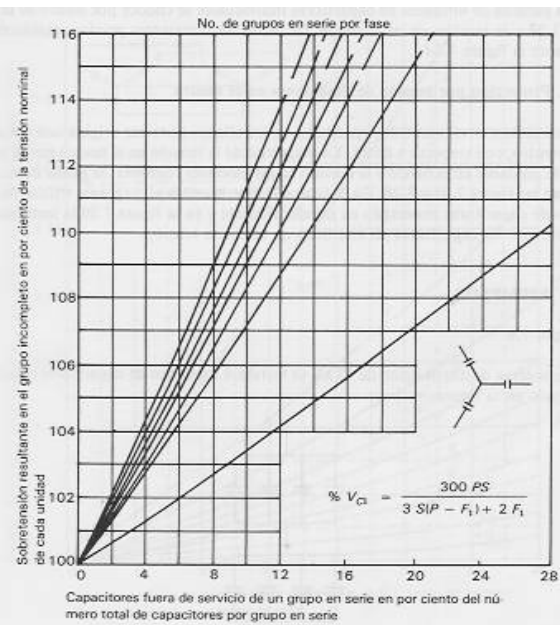
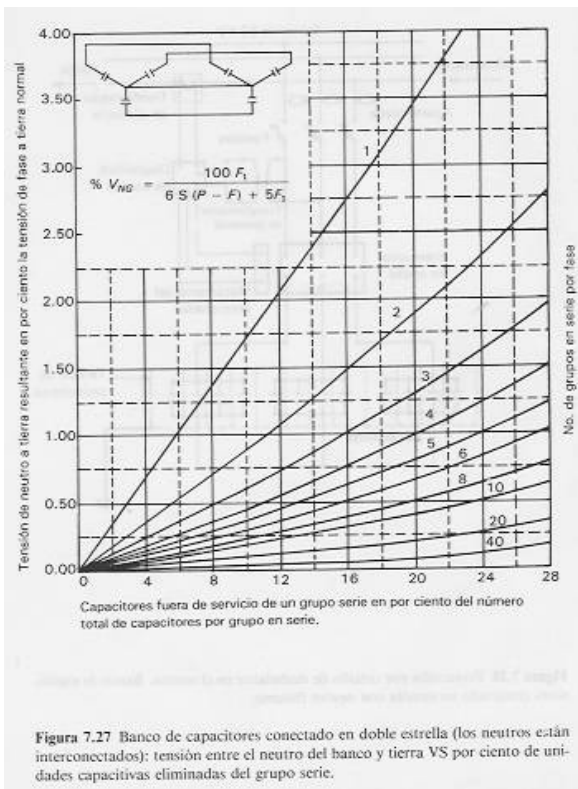


Figura 7.26 Banco de capacitores conectados en estrella flotante: tensión en las unidades capacitivas restantes en un grupo serie VS por ciento de unidades capacitivas eliminadas de un grupo serie.



PROTECCION POR TENSION DE DESBALANCE EN EL NEUTRO

