

Capacidad Instalada de transformadores de distribución.

La situación y una propuesta de solución.

Presentacion de la situacion

Para la mayoria de nuestras Empresas de Energia, hay un exceso de capacidad instalada en transformadores de distribucion



Determinando la magnitud del exceso de capacidad

- Un indicador del exceso de capacidad es la relación entre la capacidad instalada de Transformadores de Potencia en las Subestaciones al final de las líneas de transmisión y



Determinando la magnitud del exceso de capacidad

- la capacidad instalada total de transformadores de distribución para reducir el nivel de media tensión a baja tensión.



Determinando la magnitud del exceso de capacidad

- En la mayoría de los casos, la relación R :

- $$R = \frac{\text{Capacidad instalada transformadores de distribución}}{\text{Capacidad instalada transformadores de potencia}}$$

- > 2.2

Una relación de interés

- Facturamiento mensual (anual) en GWh

$$F_i = \frac{\text{Facturamiento mensual (anual) en GWh}}{\text{CITD} * fp * 24 * 30 (360)}$$

CITD: Capacidad Instalada en Transformadores de
Distribución, GVA

fp: Factor de potencia global del sistema

Algo para pensar....

- En vista de que el flujo de energía en el sistema es el mismo para los transformadores de Potencia y de Distribucion.....

- CARGA PROMEDIO
TRANSFORMADORES
DE DISTRIBUCION

- CARGA PROMEDIO
TRANSFORMADORES
DE POTENCIA

-

=

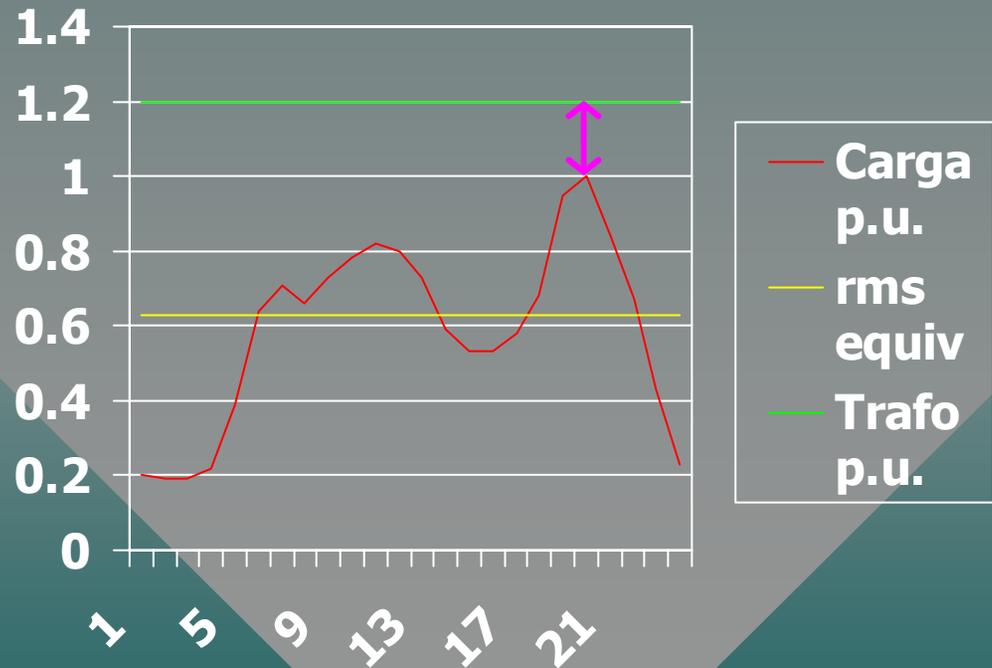
-

R

Ahora, el tamaño del transformador puede ser seleccionado basado en la carga maxima (Factor de utilizacion, Fu)...

- Carga Max

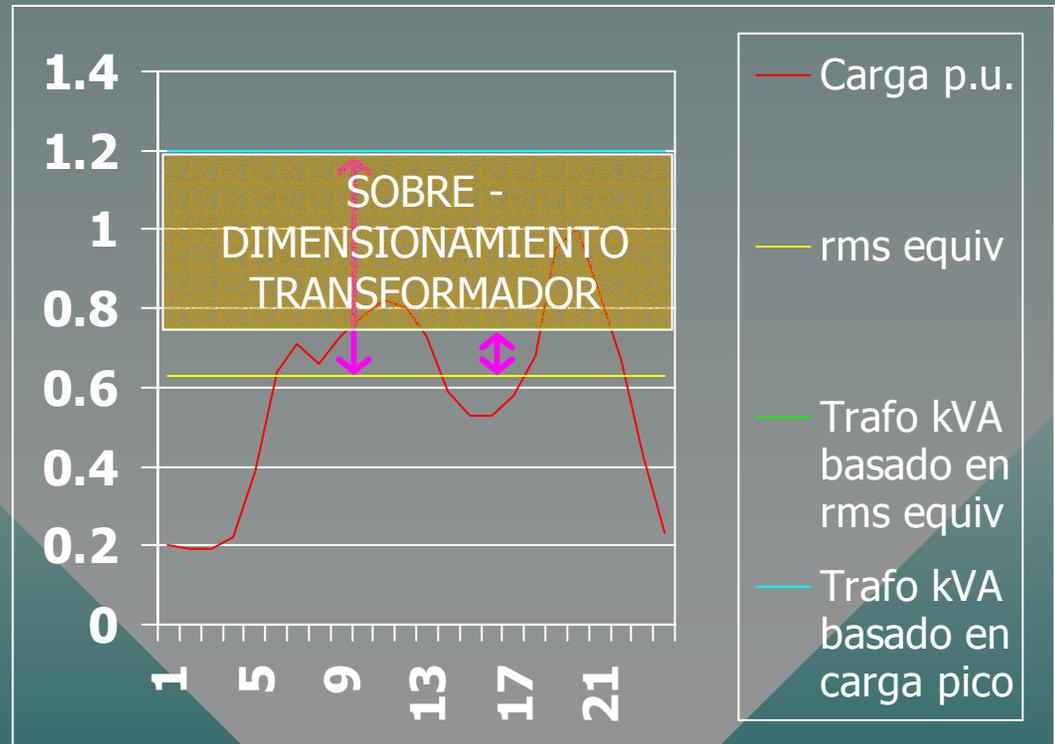
$$Fu = \frac{\text{Carga Max}}{\text{kVA Transf.}}$$



...o basado en el valor RMS de la carga equivalente...

CARGA PROMEDIO
TRANSFORMADOR :
carga eq. rms

$$La = \frac{\text{-----}}{\text{kVA trafo}}$$



Tenemos que...

- Si los transformadores son seleccionados únicamente pensando en su carga máxima...
- ...esto conduce a seleccionar capacidades mucho más altas que las realmente requeridas.
- La capacidad de los transformadores debe ser seleccionada en lo posible basándose en la carga promedio tomada de la curva real de carga (actual o proyectada)...
- Es muy importante sacar provecho de la capacidad de sobrecarga de los transformadores

Así, la magnitud del sobre - dimensionamiento viene dado por...

- La razón R, comentada antes, y...
- Una razón K que depende de la curva de carga y definida como...
- $K = F_u / L_a = \text{Carga Maxima} / \text{Carga prom}$
- La máxima magnitud del sobredimensionamiento viene dada por...
- $OS_{max} = R * K$

Algo mas para pensar....

- En vista de que el flujo de energia en el sistema es el mismo para los transformadores de Potencia y de Distribucion.....

- CARGA PROMEDIO
TRANSFORMADORES
DE DISTRIBUCION

F_u DE LOS
TRANSFORMADORES
DE POTENCIA

-

=

-

$R * K$

Un valor tipico para K es 1.6.

Resultando $OS_{max} = 4.8$

Asi, la carga promedio de los trafos de distribucion en el sistema puede ser tan baja como....

FACTOR UTILIZACION
TRAFO DE POTENCIA

CARGA PROMEDIO
TRAFO DISTRIBUCION

90 %

18.8 %

70 %

14.6 %

50 %

10.4 %

30 %

6.30 %

El objetivo inmediato es...

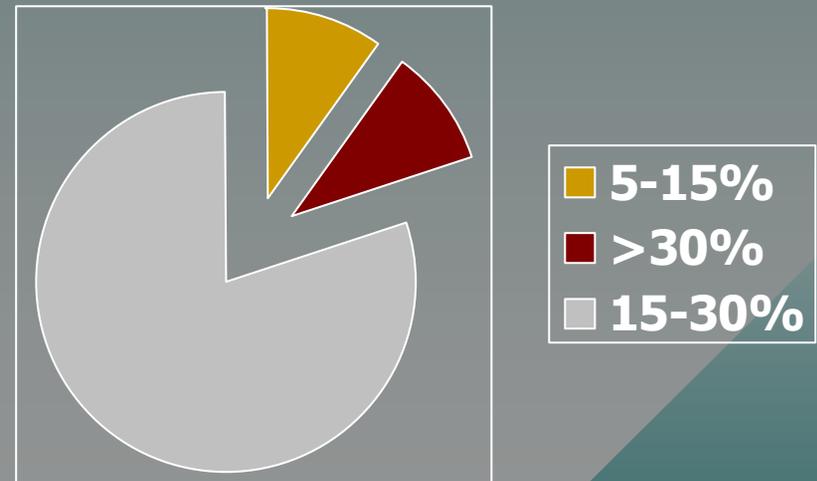
- Incrementar la carga promedio de los transformadores de distribución en el sistema.

TIP

Importancia de las
perdidas en carga
durante este proceso

Cargabilidad media de transformadores de distribución en el sistema (Ejemplo)

- Las potencias medias en la red pueden ser disminuidas en factores que van desde 2 hasta 5 !!



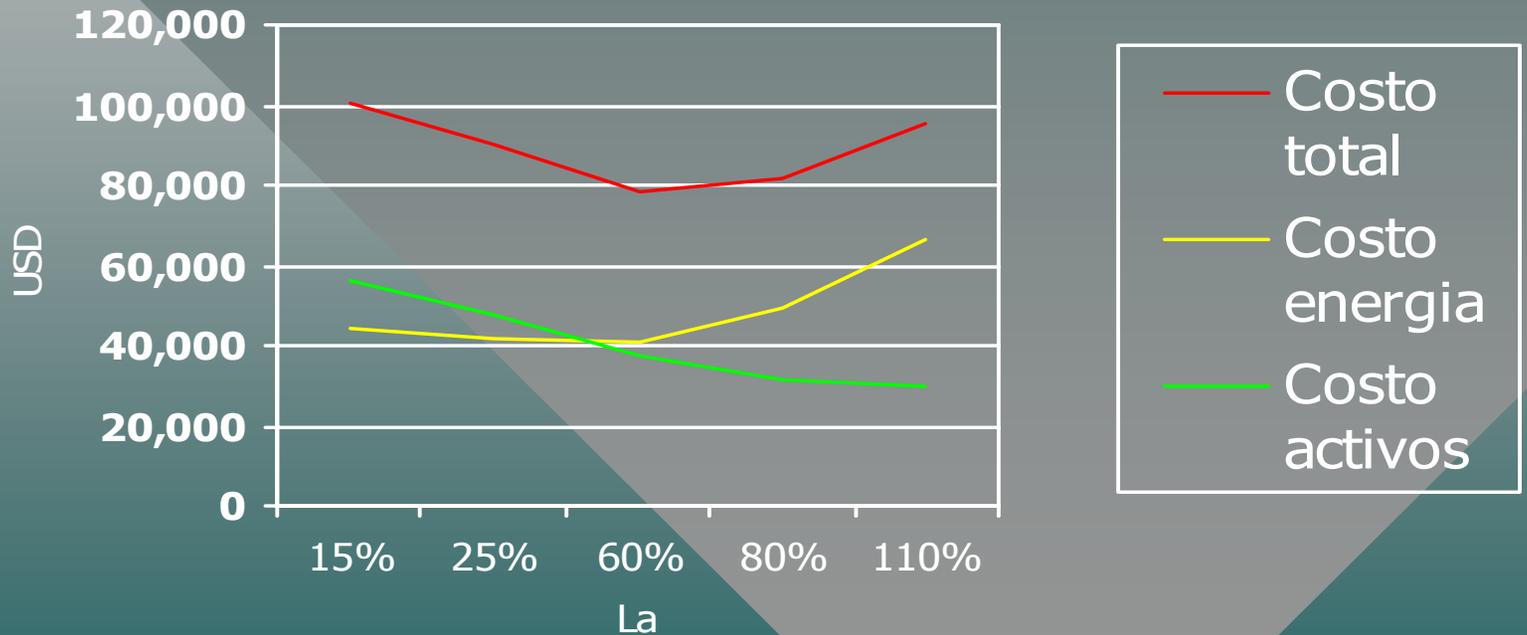
Sin embargo....

Hay 2 aspectos para tener en cuenta al incrementar la carga promedio en los transformadores de distribución

- **PERDIDAS**
- **FALLAS**

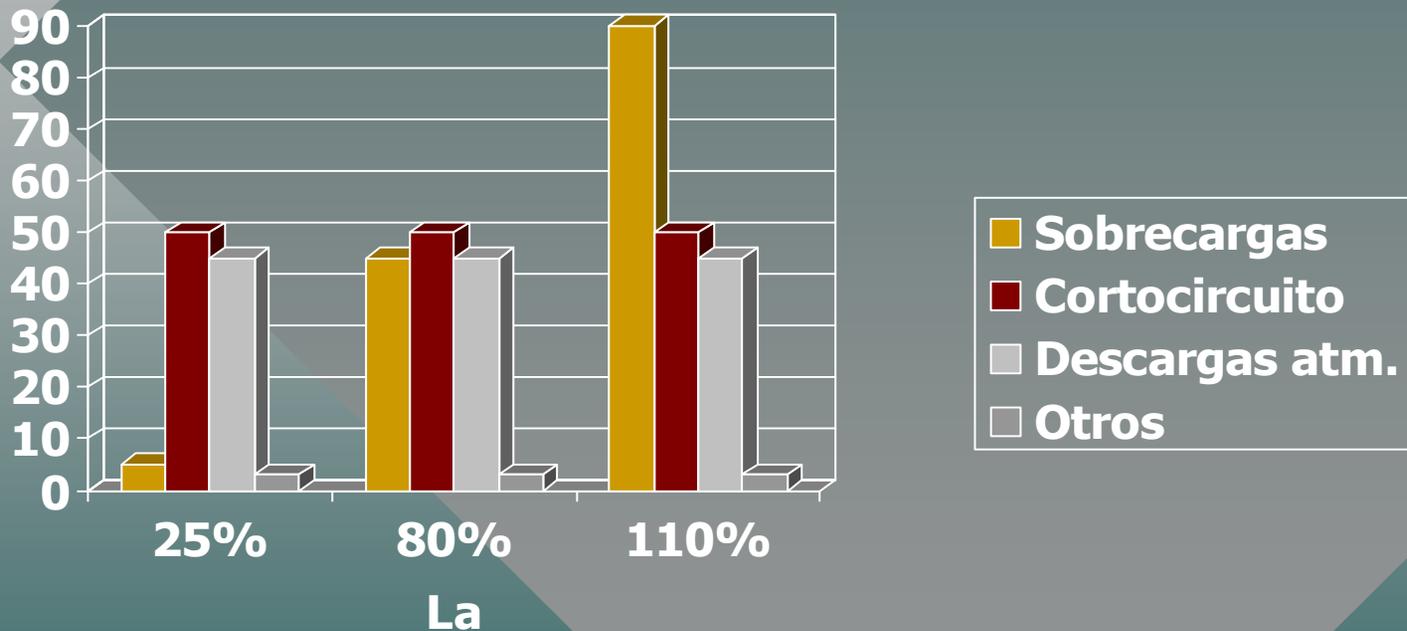
COSTO DE PERDIDAS...

Se incrementa o reduce al subir la cargabilidad promedio en el sistema??



FALLAS

El incremento de "La" en el sistema ocasiona un incremento en las fallas por sobrecarga



A MENOS QUE EL TRANSFORMADOR ESTE ADECUADAMENTE PROTEGIDO CONTRA SOBRECARGAS !!

Nuestra propuesta de solución es...

EL TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO

- Para aumentar la carga promedio "La" sin incrementar las fallas por sobrecargas
- Para permitir la reducción del factor de exceso de capacidad "R" y de las pérdidas en el sistema sin aumentar otros costos relacionados.
- Para reducir costos de instalación
- Para obtener una reducción significativa del índice global de fallas de transformadores en el sistema de distribución

RESUMEN DE LOS PRINCIPIOS DEL CONCEPTO AUTOPROTECCION

UNA GUIA QUE MUESTRA LOS
PRINCIPALES CONCEPTOS PARA
INTRODUCIR EXITOSAMENTE LA
FILOSOFIA DE AUTOPROTECCION

LA FILOSOFIA DE AUTOPROTECCION

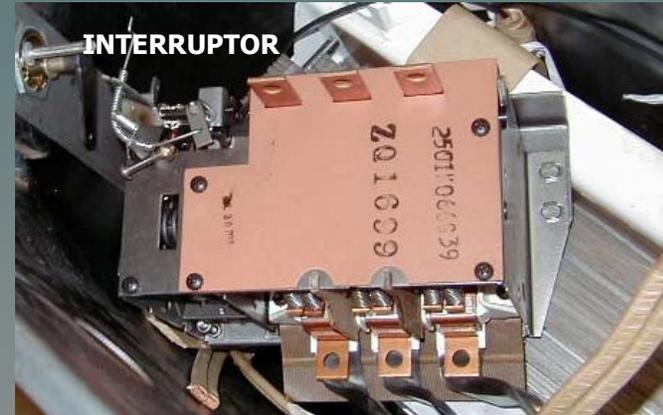
PRINCIPIO

1

NOTA IMPORTANTE :

**LA APLICACION DE ESTOS PRINCIPIOS PUEDE DEPENDER DE LAS CIRCUNSTANCIAS
PARTICULARES DE CADA EMPRESA DE ENERGIA**

Usar Transformadores Autoprotegidos NO es solamente adicionar algunas componentes al equipo...



...es usar una filosofía COMPLETA
de proteccion y manejo de...

LOS TRANSFORMADORES...



...es usar una completa filosofía de protección y manejo de...

...LA RED
DE DISTRIBUCION...



...es usar una completa filosofía de protección y manejo de...

...Y LOS USUARIOS !



LA FILOSOFIA DE AUTOPROTECCION

PRINCIPIO

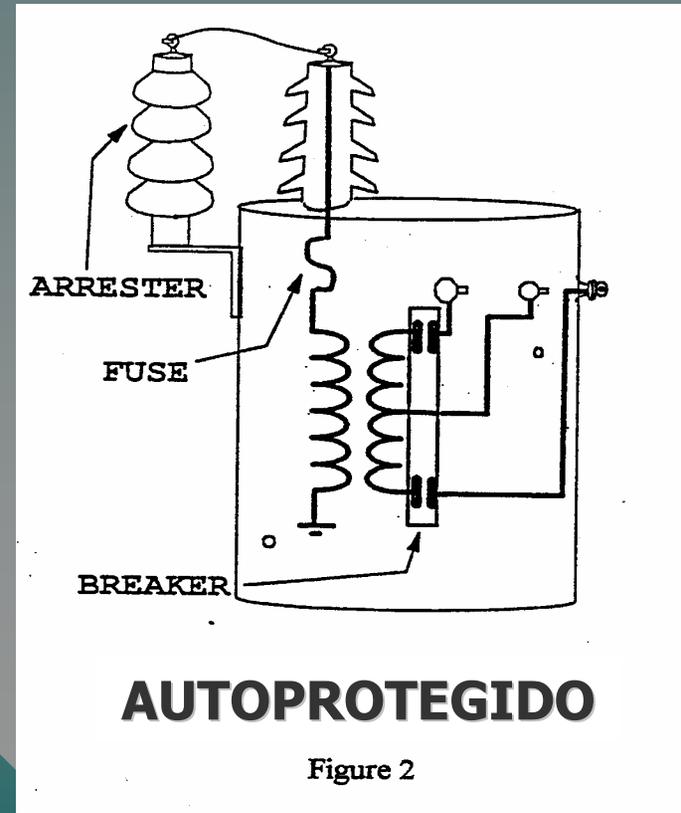
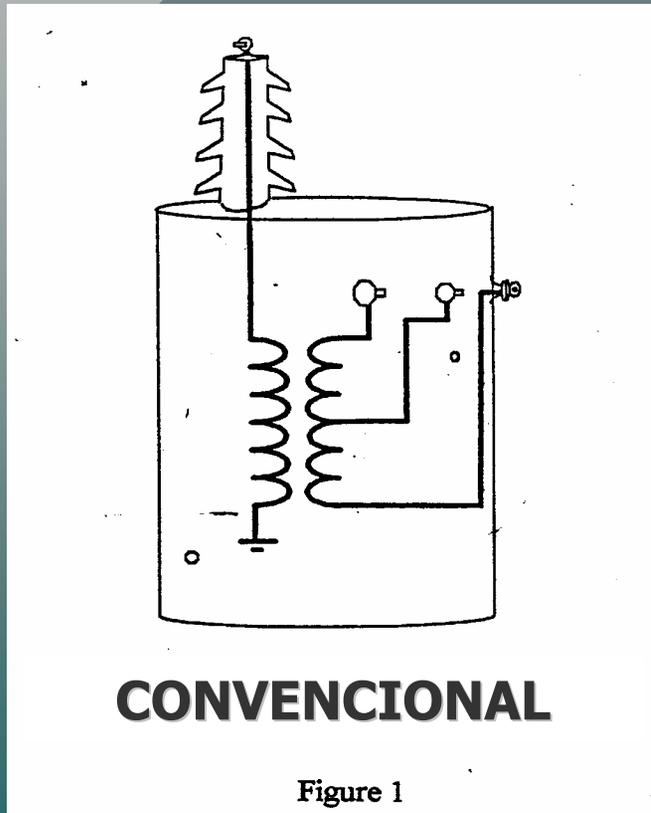
2

NOTA IMPORTANTE :

**LA APLICACION DE ESTOS PRINCIPIOS PUEDE DEPENDER DE LAS CIRCUNSTANCIAS
PARTICULARES DE CADA EMPRESA DE ENERGIA**

Las principales tareas de protección del transformador, incluyendo selección y coordinación...

SON ASUNTOS DEL FABRICANTE DEL TRANSFORMADOR !!



Esto hace que...



- Se simplifique la instalacion de los transformadores
- Se eviten muchas discusiones sobre garantias entre el fabricante del equipo y la Empresa de Energia

LA FILOSOFIA DE AUTOPROTECCION

PRINCIPIO

3

NOTA IMPORTANTE :

**LA APLICACION DE ESTOS PRINCIPIOS PUEDE DEPENDER DE LAS CIRCUNSTANCIAS
PARTICULARES DE CADA EMPRESA DE ENERGIA**

El fusible de Media Tension debe conectarse internamente

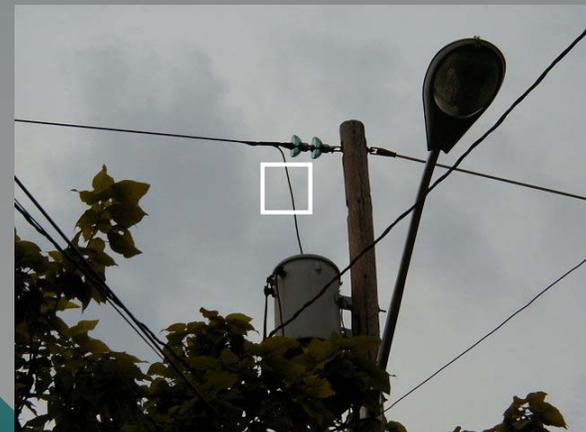
- ESTO PARA EVITAR:
- Cambio en las especificaciones del fusible
- Operacion peligrosa de unidades falladas
- Descoordinacion en las protecciones



Esto ocasiona una pregunta...

ES NECESARIO
UTILIZAR EL
FUSIBLE
CORTACIRCUITO
CON CADA
TRANSFORMADOR

?



Algunas respuestas de acuerdo con la filosofía de auto-protección son:

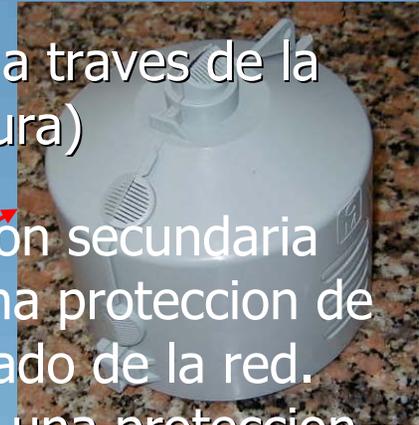
La función de apertura de carga es hecha en BT a través de la palanca externa del breaker (operación más segura)

El Fusible tiene una función principal y una función secundaria

- La FUNCION PRINCIPAL es actuar como una protección de sobrecorriente aislando el transformador fallado de la red.
- La FUNCION SECUNDARIA es actuar como una protección de respaldo.

Para eliminar el uso del Fusible Corta-circuito con cada trafo instalado es importante tener personal bien entrenado en el manejo de líneas energizadas

Es muy importante utilizar protectores de bushings en aquellos casos en que no se utiliza el corta-circuito



Los cortacircuitos continúan siendo una parte esencial de los circuitos de distribución para propósitos de mantenimiento en la red...



LA FILOSOFIA DE AUTOPROTECCION

PRINCIPIO

4

NOTA IMPORTANTE :

**LA APLICACION DE ESTOS PRINCIPIOS PUEDE DEPENDER DE LAS CIRCUNSTANCIAS
PARTICULARES DE CADA EMPRESA DE ENERGIA**

La lampara de senalización es una parte esencial de una política integral de auto-protección para efectuar gerencia efectiva de carga



• APAGADA

- SITUACION NORMAL DE RED Y DE CARGA



• ENCENDIDA

- SITUACION ANORMAL DE RED O DE CARGA

La lampara de senalizacion es una parte esencial de una politica integral de auto-proteccion

Es una forma facil y economica de detectar cualquier condicion termica anormal de operacion sin necesidad de costosos metodos de medicion y monitoreo

Opera como una ALARMA PREVENTIVA sin necesidad de desconectar al usuario

Puede ser calibrado en fabrica para adaptarse a la curva real de carga y a las condiciones deseadas de disparo

Es una forma muy efectiva de detectar robos de energia

Si se atiende oportunamente es una forma muy efectiva de reducir interrupciones no planeadas en el servicio

LA FILOSOFIA DE AUTOPROTECCION

PRINCIPIO

5

NOTA IMPORTANTE :

**LA APLICACION DE ESTOS PRINCIPIOS PUEDE DEPENDER DE LAS CIRCUNSTANCIAS
PARTICULARES DE CADA EMPRESA DE ENERGIA**

Los descargadores deben instalarse sobre el tanque del transformador



EN
TRANSFORMADORES
CONVENCIONALES
LOS FUSIBLES
CORTA - CIRCUITOS
QUEDARIAN
INSTALADOS
"AGUAS ARRIBA"

Los pararrayos colocados lejos del tanque del transformador lo desprotegen



LA FILOSOFIA DE AUTOPROTECCION

PRINCIPIO

6

NOTA IMPORTANTE :

**LA APLICACION DE ESTOS PRINCIPIOS PUEDE DEPENDER DE LAS CIRCUNSTANCIAS
PARTICULARES DE CADA EMPRESA DE ENERGIA**

Debe hacerse un gerenciamiento de la carga de los transformadores en operacion

Cualquier sobrecarga, en horas pico, por encima de la maxima permitida debe ser detectada y el mismo transformador debe dar la alarma

Cualquier transformador dando alarmas reiterativas debe ser cambiado por una unidad mayor. Antes del cambio, debe hacerse un analisis de la carga

De acuerdo con la politica de recambio indicada aqui, los analisis de carga en los transformadores de la red se vuelven SELECTIVOS. La lampara de senalizacion actua como un dispositivo de muestreo

Debe hacerse un uso real de la capacidad de carga de los transformadores

LA FILOSOFIA DE AUTOPROTECCION

PRINCIPIO

7

NOTA IMPORTANTE :

**LA APLICACION DE ESTOS PRINCIPIOS PUEDE DEPENDER DE LAS CIRCUNSTANCIAS
PARTICULARES DE CADA EMPRESA DE ENERGIA**

Debe hacerse Gerenciamiento de activos a los transformadores *en servicio*

COMO CUALQUIER OTRO ACTIVO,
DEBE PLANEARSE LA DURACION DEL
TRANSFORMADOR EN EL SITIO DE
INSTALACION DE ACUERDO CON LA
CARGA Y LA POLITICA DE RECAMBIO

DEBERIA
DEFINIRSE
UNA POLITICA
DE ROTACION
DE
INVENTARIOS

LA FILOSOFIA DE AUTOPROTECCION

OTROS PRINCIPIOS & ASUNTOS FINALES

NOTA IMPORTANTE :

**LA APLICACION DE ESTOS PRINCIPIOS PUEDE DEPENDER DE LAS CIRCUNSTANCIAS
PARTICULARES DE CADA EMPRESA DE ENERGIA**

CARGAS DESBALANCEADAS

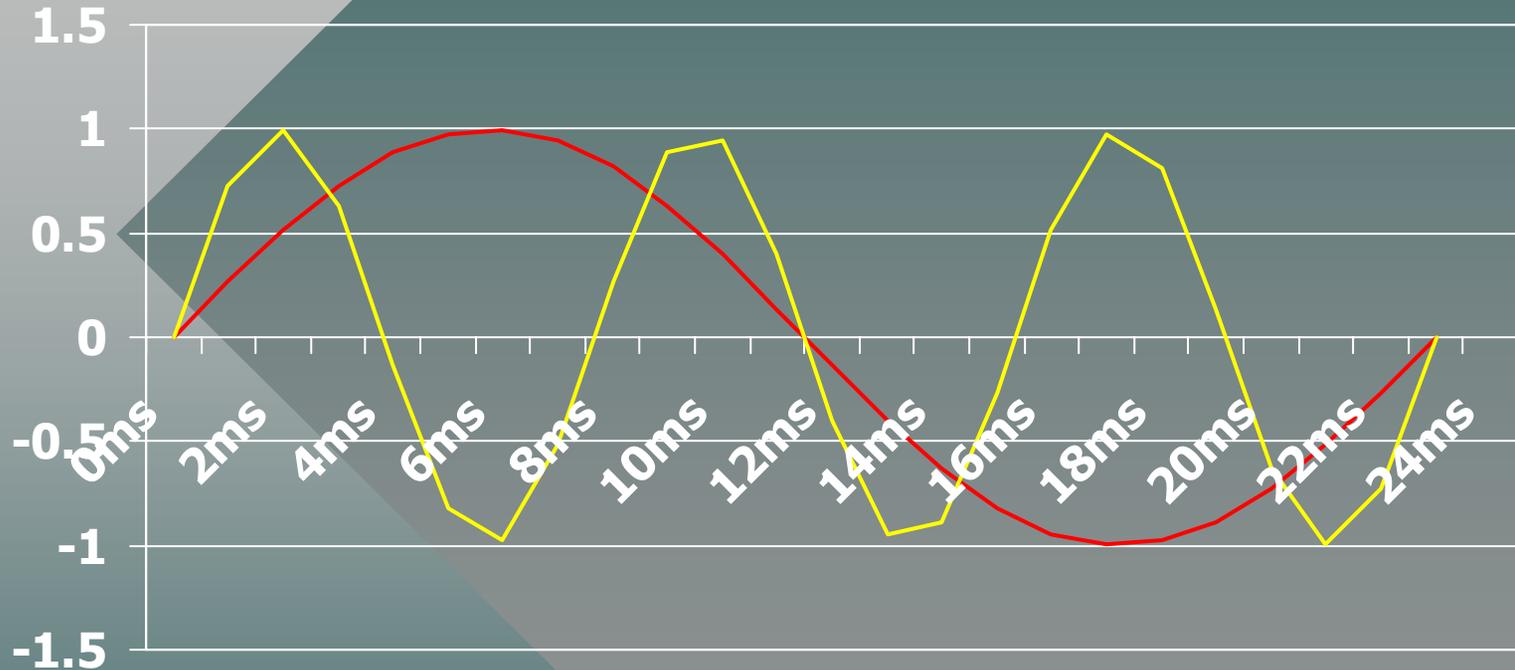
LAS CARGAS DESBALANCEADAS SON FACILMENTE DETECTADAS EN UN BANCO 3F DE UNIDADES 1F AUTOPROTEGIDAS

LAS CARGAS DESBALANCEADAS PUEDES CAUSAR UN DISPARO PREMATURO DE LA SENAL LUMINOSA O DEL BREAKER

POR ESTA RAZON NUESTRO PRINCIPIO # 6 PIDE EFECTUAR UN ANALISIS DE CARGA EN CADA CIRCUITO DONDE SE DISPARA UNA LUZ PILOTO O UN BREAKER

DE NUEVO LA APLICACION DE LA FILOSOFIA DE AUTO-PROTECCION ES UNA FORMA PREVENTIVA DE DETECTAR PROBLEMAS EN EL SISTEMA SIN COSTOSAS INTERRUPTIONES

ARMONICOS DE CARGA

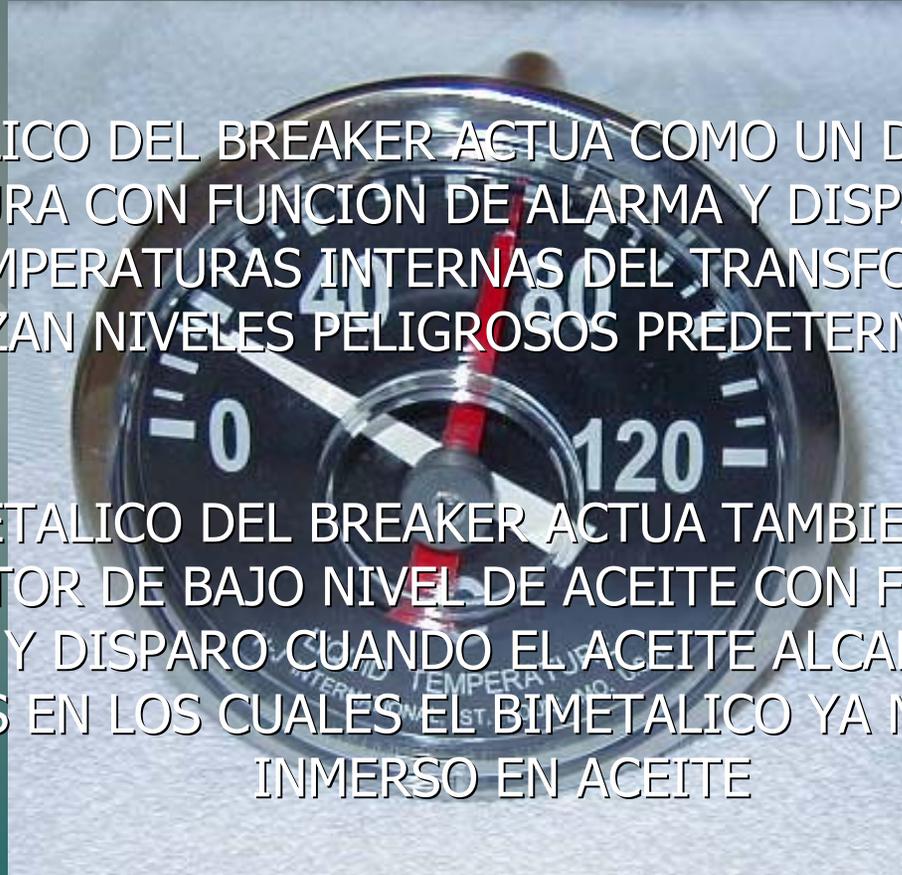


ARMONICOS EN LAS CARGAS QUE CAUSEN SOBRE-CALENTAMIENTO AL INTERIOR DEL TRANSFORMADOR, TAMBIEN CAUSARAN SOBRE-CALENTAMIENTO DEL BIMETALICO DEL BREAKER, DISPARANDOLO.

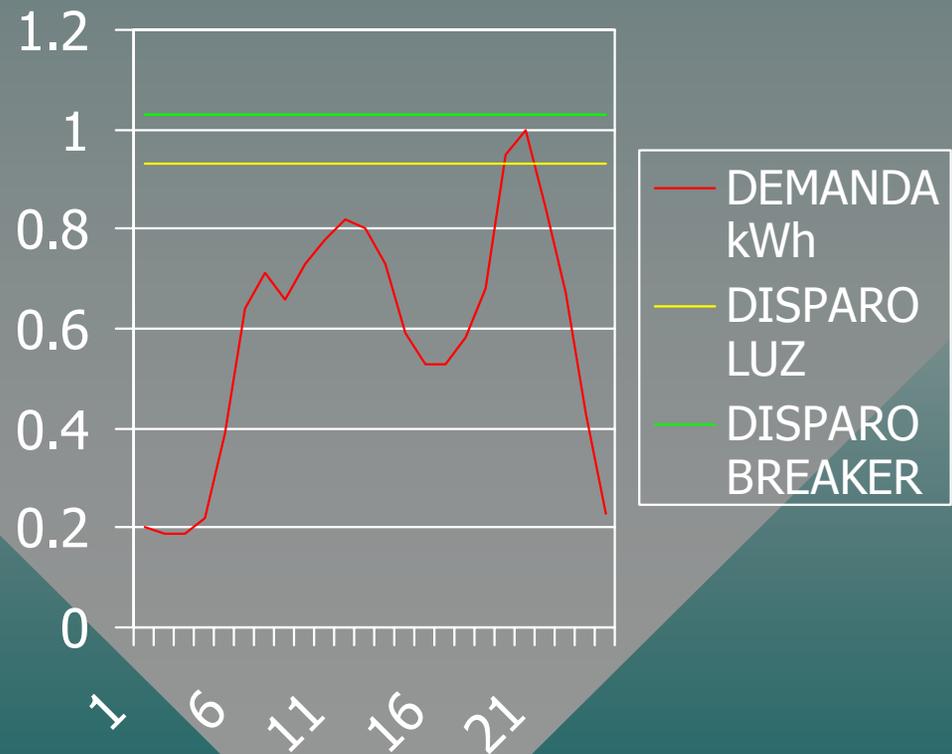
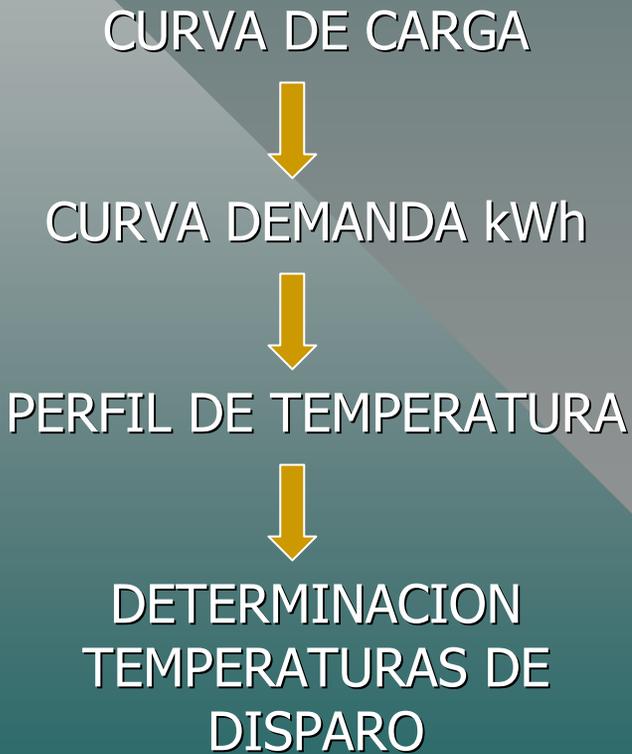
LA APLICACION DE AUTOPROTEGIDOS CUBRE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION PEQUENOS (HASTA 500kVA), LOS CUALES NORMALMENTE NO USAN TERMOMETROS O INDICADORES DE NIVEL DEL ACEITE

EL BIMETALICO DEL BREAKER ACTUA COMO UN DETECTOR DE TEMPERATURA CON FUNCION DE ALARMA Y DISPARO CUANDO LAS TEMPERATURAS INTERNAS DEL TRANSFORMADOR ALCANZAN NIVELES PELIGROSOS PREDETERMINADOS

EL BIMETALICO DEL BREAKER ACTUA TAMBIEN COMO UN DETECTOR DE BAJO NIVEL DE ACEITE CON FUNCION DE ALARMA Y DISPARO CUANDO EL ACEITE ALCANZA NIVELES BAJOS EN LOS CUALES EL BIMETALICO YA NO QUEDA INMERSO EN ACEITE

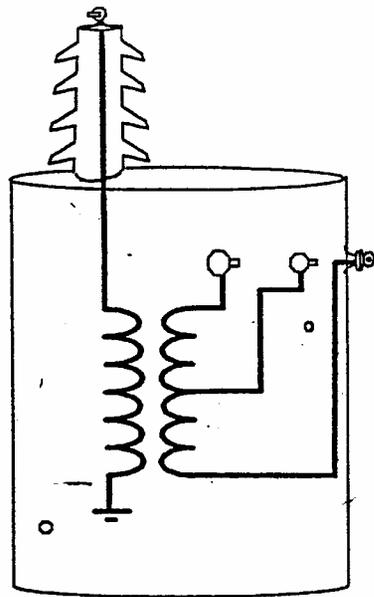


Las temperaturas de disparo de la luz y del breaker pueden ser seleccionadas basandose en la curva de demanda de kWh



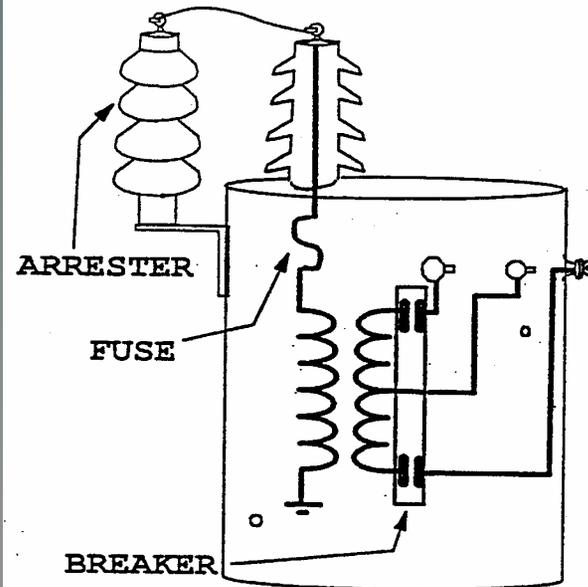
Al hacer una evaluación económica de un proyecto con transformadores convencionales vs autoprotegidos

EL TAMANO DE LOS TRANSFORMADORES COMPARADOS ES DIFERENTE !!



CONVENCIONAL

$$\text{kVA} = X$$



AUTOPROTEGIDO

$$\text{kVA} = X/2$$

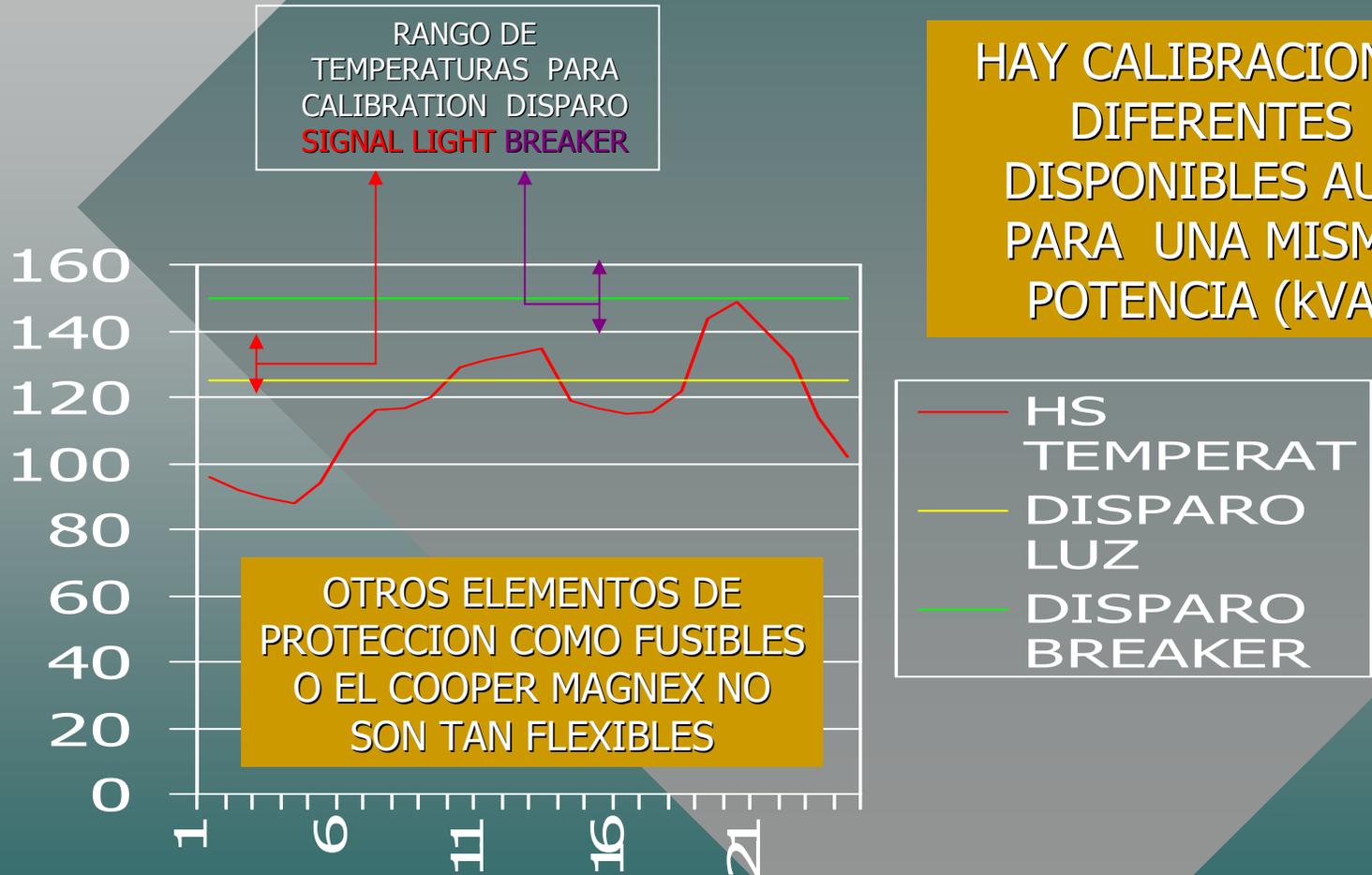
Vida esperada del aceite en el transformador

DEBIDO AL CONTROL DE LA TEMPERATURA DE OPERACION, LOS TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS EXTIENDEN LA VIDA UTIL DEL ACEITE MAS ALLA QUE EN UN TRAFIO CONVENCIONAL

EL POSIBLE DETERIORO DEL ACEITE CAUSADO POR UN ARCO BAJO ACEITE ES AMPLIAMENTE COMPENSADO POR LA BAJA TEMPERATURA DE OPERACION DEL ACEITE DURANTE TODA LA VIDA DEL TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO

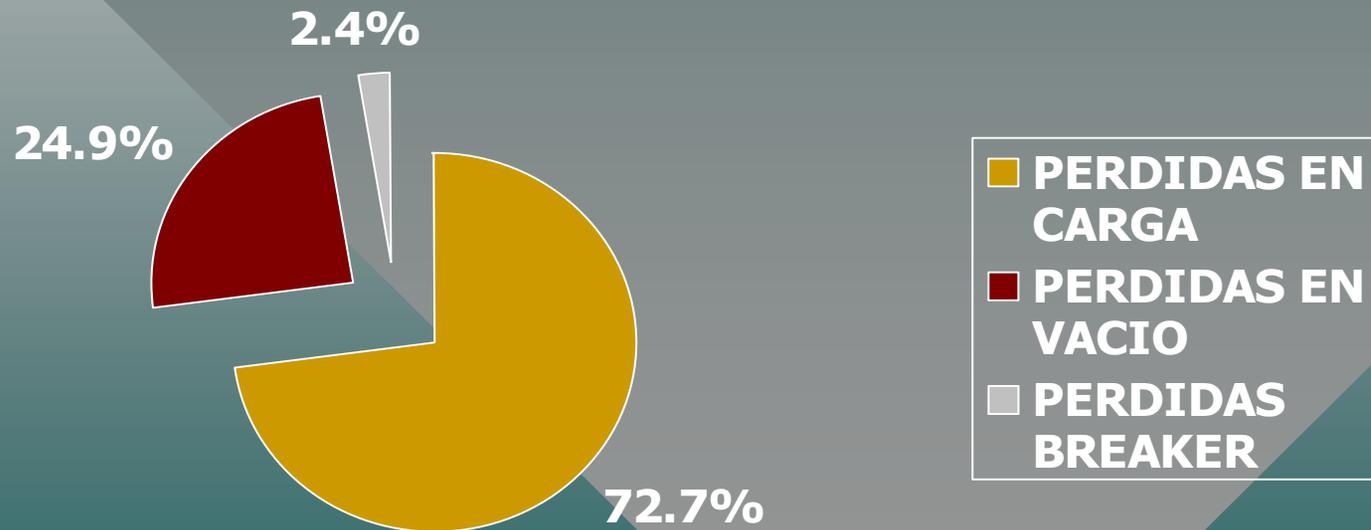
EL NUMERO DE OPERACIONES DEL BREAKER DURANTE LA VIDA UTIL DEL TRANSFORMADOR PUEDE MINIMIZARSE SI SE HACE UN USO ADECUADO DE LA SENAL LUMINOSA

Proteccion termica flexible de acuerdo con los resultados del ensayo de calentamiento



Perdidas en el breaker

CUALQUIER ANALISIS DE COSTO DE LAS PERDIDAS EN EL BREAKER BASADAS EN LA CURVA DE CARGA REAL MUESTRA QUE ESTE ES MUY BAJO. ESTO HACE QUE EL BREAKER DE BAJA TENSION SEA LA ALTERNATIVA MAS ECONOMICA Y FLEXIBLE PARA PROTEGER TERMICAMENTE EL TRANSFORMADOR



La introducción de la filosofía de Auto-protección puede ayudar a simplificar y reducir costos en los circuitos de distribución

- No utilización de crucetas para descargadores
- No utilización de crucetas para fusibles cortacircuito
- Uso de espaciadores de línea y protectores de bushing
- No uso de portafusibles en BT



COMPARACION ENTRE EL BREAKER SECUNDARIO VS EL INTERRUPTOR PRIMARIO MAGNEX

ESPECIFICACION	BREAKER SECUNDARIO	INTERRUPTOR PRIMARIO MAGNEX
PRECIO	X	2*X
SEÑAL LUMINOSA	DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
SELECTIVIDAD DE PROTECCION	CLARAMENTE DEFINIDA ENTRE AT(FUSIBLE ACTUA POR FALLA TRAFO) Y BT(BREAKER)	AMBAS PROTECCIONES EN AT PUEDEN ACTUAR POR FALLA EN EL TRAFO
CARACTERISTICAS DE PROTECCION TERMICA	FLEXIBLES SEGUN ENSAYO DE CALENTAMIENTO	UNICAMENTE UNA CALIBRACION POR kVA

COMPARACION ENTRE EL BREAKER SECUNDARIO VS EL INTERRUPTOR PRIMARIO MAGNEX ...CONTINUACION...

ESPECIFICACION	BREAKER SECUNDARIO	INTERRUPTOR MAGNEX PRIMARIO
CUBRIMIENTO DEL PRODUCTO	TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS Y TRIFASICOS	TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS
FUSIBLE CORTA- CIRCUITO	PUEDE SER ELIMINADO SIN MAYOR INCONVENIENTE	LA BAJA CAPACIDAD DE INTERRUPCION DEL MAGNEX LIMITA SU ELIMINACION
PERDIDAS	MAS ALTAS PERO DE NIVEL MINIMO	MAS BAJAS

COMPARACION ENTRE EL BREAKER SECUNDARIO VS EL INTERRUPTOR PRIMARIO MAGNEX ...CONTINUACION

ESPECIFICACION	BREAKER SECUNDARIO	INTERRUPTOR MAGNEX PRIMARIO
EVENTUAL OPERACION EN SISTEMAS 3F	OPERACION TRIPOLAR (NO HAY OPERACION EN 1 O 2 FASES)	OPERACION MONOPOLAR (PERMITE OPERACION EN 1 O 2 FASES)
EVENTUAL USO EN TRAFOS 3F	UNA SOLA PIEZA	3 UNIDADES Y 3 MANIJAS EXTERNAS
OPERACION EN SISTEMAS 1F FASE A FASE	UNA SOLA PIEZA 2 BIMETALICOS	SE REQUIEREN 2 PIEZAS

RESUMEN

- Hemos visto durante esta presentación:
- El problema del sobre-dimensionamiento en las redes de Distribucion y sus causas
- Nuestra propuesta de solucion
- El efecto del sobre-dimensionamiento y de su solucion sobre las perdidas y las fallas de los transformadores en las redes
- Que es y como funciona el concepto de Auto-proteccion
- Los Principios de la filosofia de Auto-proteccion y del funcionamiento de las unidades autoprotegidas en los circuitos de distribucion
- Como comenzar un proceso exitoso de cambio para introducir la filosofia de Auto-proteccion sin errores

FIN