



PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

Contenido

- 1. Transformadores de Distribución**
- 2. Principios de Protección Eléctrica**
- 3. Protección de Transformadores de Distribución**
- 4. Fusibles**
- 5. Coordinación de Protección**

1. Transformadores de Distribución

1.1. Generalidades

1.2. Fallas

1.3. Tipos de Fallas

1.4. Problemática

Generalidades

Definiciones

- Son Máquinas estáticas que conservan la forma de energía eléctrica pero **transforman sus características**.
- La aplicación de estas máquinas se encuentra en los sistemas de distribución, transformando el nivel de media tensión a baja tensión para la utilización de los centros de consumo final.

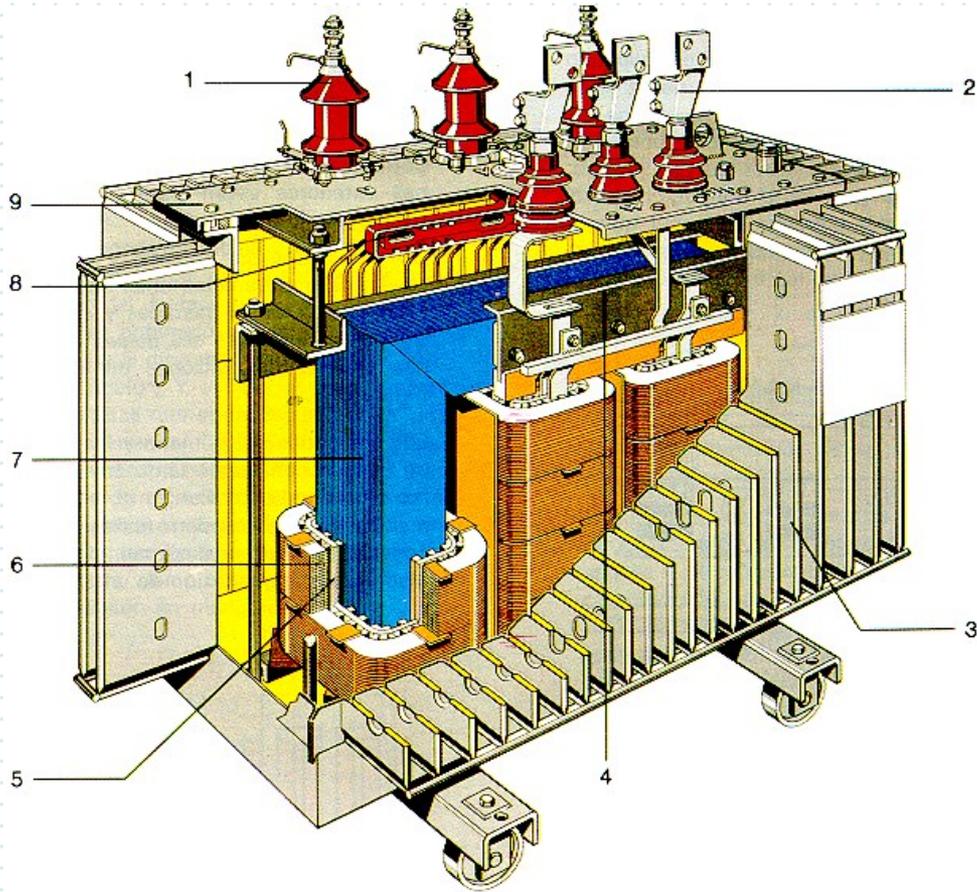
Niveles de Tensión:

- Lado de alta del Trafo Distribución: 10kV, 13,2kV, 22.9kV (**hasta 36kV**).
- Lado de baja del Trafo Distribución: 220V, 480V (**hasta 1000V**).

Potencia:

Comprendidas entre 5kVA y 1MVA

Generalidades



Partes del Transformador

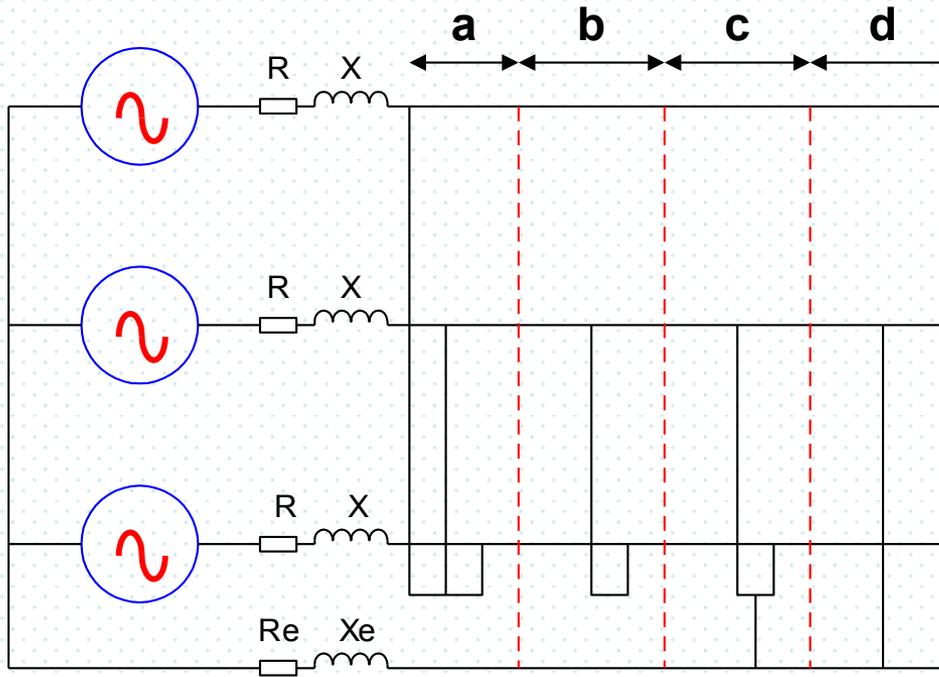
- | | | | |
|---|---|---|--|
| 1 | Terminales de alta tensión | 6 | Bobinas de alta separadas, de aluminio |
| 2 | Terminales de baja tensión | 7 | Núcleo de tres columnas |
| 3 | Caldera de aletas plegadas (llena de líquido) | 8 | Inversor |
| 4 | Armazón fundido a presión | 9 | Cubierta de la caldera |
| 5 | Bobinado de baja de bandas de aluminio | | |

Fallas

CAUSAS

- Descargas atmosféricas.
- Condiciones Ambientales (temperatura, humedad, lluvia, granizo y altura sobre el nivel del mar).
- Ensuciamiento de los aisladores.
- Vandalismo.
- Animales (roedores, aves)

Tipos de Fallas



a = Falla Trifásica
b = Falla Bifásica
c = Falla Bifásica a Tierra
d = Falla Monofásica

TIPOS DE FALLAS:

- Monofásicas	73%
- Bifásicas	25%
- Trifásica	<u>2%</u>
	100%

NATURALEZA DE FALLA:

- Temporales	74%
- Permanentes	<u>26%</u>
	100%

2. Principio de Protección Eléctrica

Protección Eléctrica

DEFINICIÓN

- Conjunto de equipos necesarios para la detección, evaluación y eliminación de las fallas en los sistemas eléctricos.



Fusibles



Relés de Protección



Interruptores de Potencia



Interruptores Termomagnéticos

Protección Eléctrica



OBJETIVOS

- Prevenir o minimizar daños a los equipos.
- Minimizar las áreas afectadas en las interrupciones de servicio.
- Prevenir accidentes

¿Qué Protección Usar?

- Ante la ocurrencia de una falla o una condición anormal, la protección debe ser capaz de detectar y aislar la sección afectada, permitiendo que el resto del sistema continúe en servicio.
- La operación automática del sistema de protección es necesaria para aislar la falla tan rápidamente como sea posible y minimizar los daños a los componentes del sistema.
- La desconexión de equipos para aislar la falla del sistema, debe ser la mínima necesaria.
- La protección debe ser lo suficientemente sensible para operar con la mínima corriente de falla y lo suficientemente estable para no operar con la máxima corriente de carga.
- Poseer una protección back-up para cubrir las posibles fallas de la protección principal.
- El tipo de protección a ser implementada está en función del costo de la instalación y/o equipo a proteger. El costo del sistema de protección no debería ser mayor de 5% del costo del equipo.

3. Protección de Transformadores de Distribución

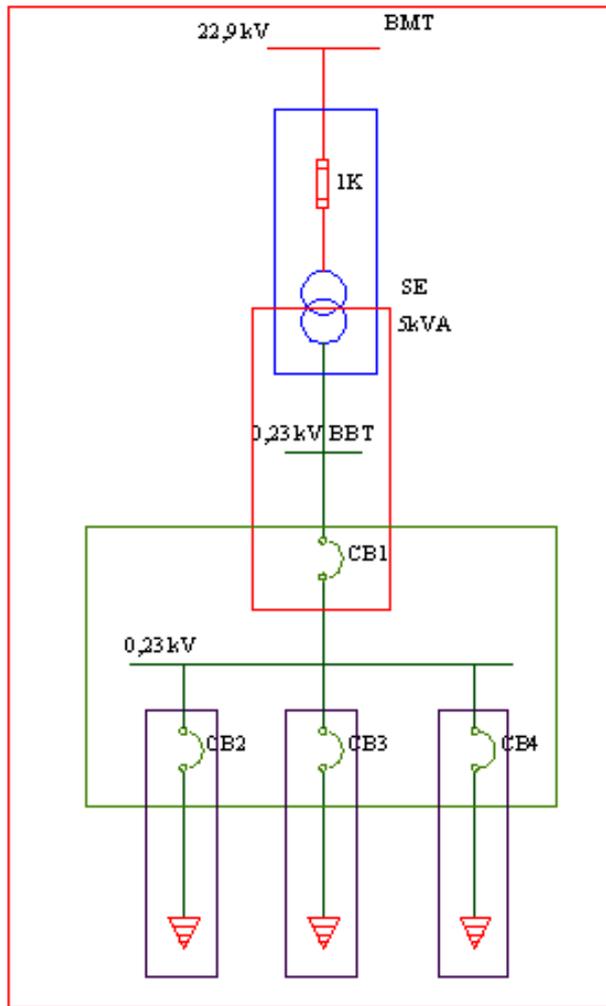
3.1. Zonas de Protección

3.2. Protección Contra Sobrecarga

3.3. Protección Contra Sobrecorriente

3.4. Protección Contra Sobretensión

Zonas de Protección



Protección en Media Tensión
Seccionador Fusible (Cut Out)



Transformador de Distribución



Protección en Baja Tensión
Interruptor Termomagnético

Protección contra Sobrecarga

CAPACIDAD DE SOBRECARGA

Un transformador debe ser capaz de soportar niveles de sobrecarga durante períodos cortos.

(valor típico 120% de su Potencia Nominal)

ES NECESARIO:

Controlar las sobrecargas para evitar el envejecimiento prematuro del aislamiento de los devanados.

SE UTILIZA :

Protección Termomagnética

Protección contra Sobrecorriente

- Las corrientes altas ocasionadas por fallas, pueden ser usadas para detectar su presencia y operar los dispositivos de protección.
- Entre los dispositivos más comunes tenemos los interruptores termomagnéticos (BT), fusibles (líneas y transformadores MT) y relés de sobrecorriente (sistemas de potencia MT y AT).
- Estos no deben ser instalados sólo como una protección de sobrecarga (en función de la capacidad térmica de los transformadores y líneas), puesto que el objetivo principal es la de operar bajo condiciones de falla. Sin embargo, los ajustes del relé pueden permitir proteger bajo condiciones de sobrecarga y sobrecorriente a la vez.
- Para determinar los ajustes y/o calibres de las protecciones de sobrecorriente, previamente se debe haber realizado un cálculo de las corrientes de cortocircuito.

Protección contra Sobrecorriente

Curva de Capacidad Térmica del Transformador

- Los Trafos están diseñados y construidos para soportar esfuerzos de tipo mecánico y térmico resultantes de las fallas externas.
- El aumento de temperatura debido a fallas externas con carácter repetitivo, ocasionan fenómenos de compresión, fatiga y desplazamientos internos en el material aislante.

“La Capacidad Térmica establece el Límite de Temperatura de los Devanados del Transformador”

Protección contra Sobrecorriente

Corriente de Magnetización (Corriente Inrush)

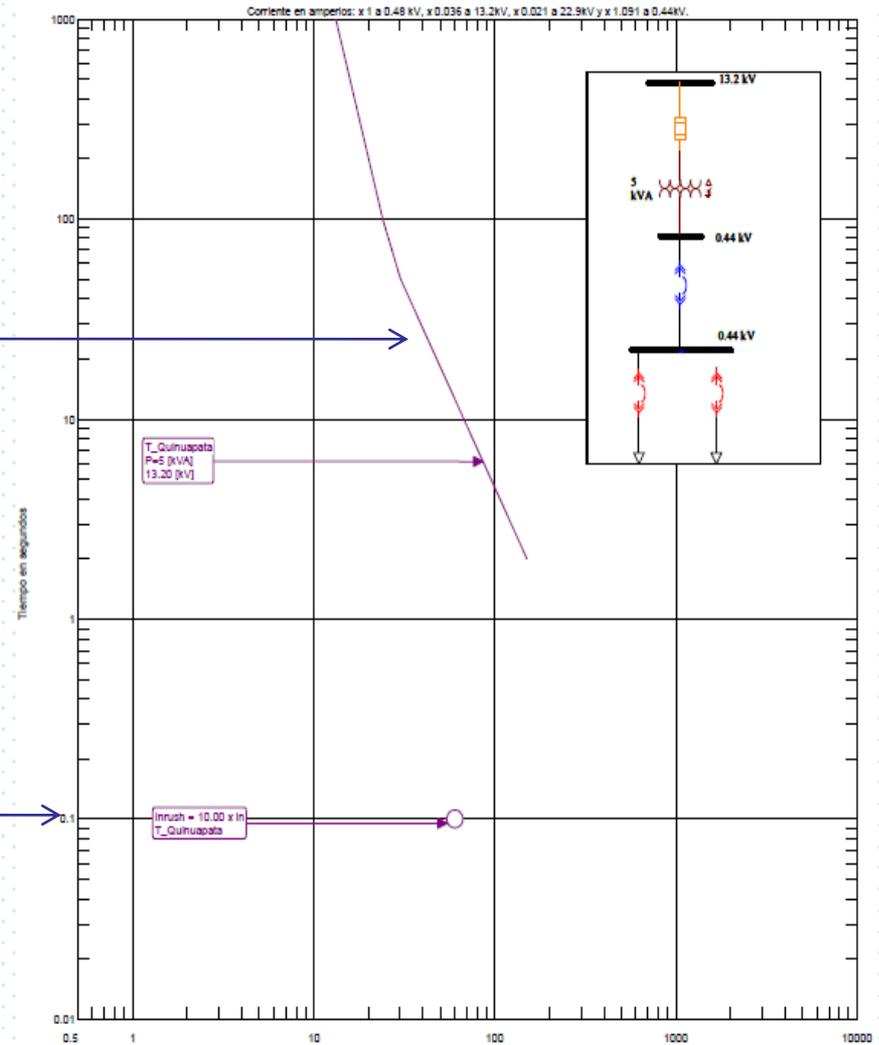
- Es la corriente necesaria para producir un flujo magnético en el núcleo ferromagnético del transformador.
- Es una condición transitoria que ocurre cuando:
 - * Se energiza un transformador.
 - * El voltaje aumenta repentinamente después de haber aislado una falla y el sistema se restablece.
 - * Cuando se energizan dos transformadores en paralelo.

“La Corriente Inrush Alcanza Valores de 6 a 12 Veces la Corriente Nominal del Transformador.”

Protección contra Sobrecorriente

Curva Daño
Térmico del
Transformador

Corriente
Inrush



Protección contra Sobrecorriente

CURVA DE DAÑO TÉRMICO

TIPO DE DAÑO	SOBRECORRIENTE	DURACIÓN
	(I/IN)	t (s)
Térmico	2	2000
	3	300
	4	100
	5	50
	6	35
	7	25
	8	20
	9	15
	10	12.5
	15	5.8
Mecánico	20	3.3
	25	2
	30	1.5
	40	0.8
	50	0.5

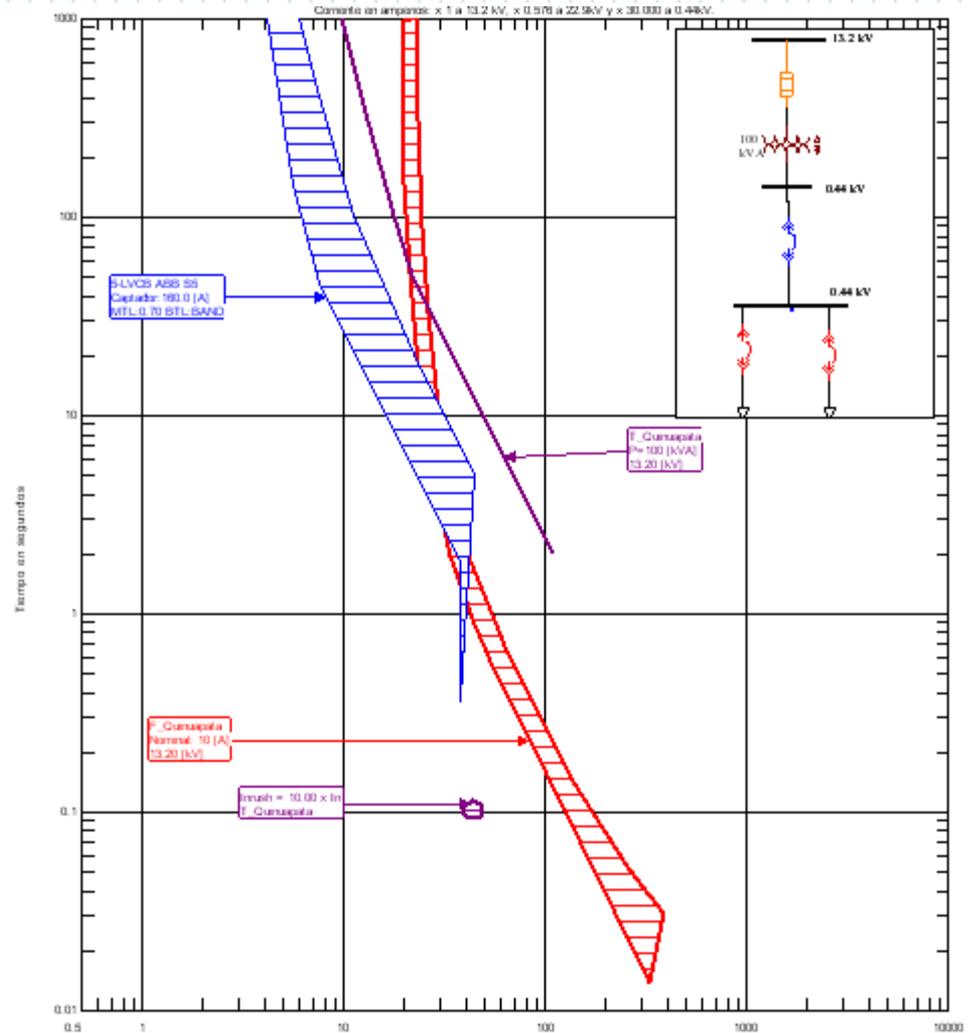
CORRIENTE DE MAGNETIZACIÓN

CORRIENTE TRANSITORIA	SOBRECORRIENTE	DURACIÓN
	(I/IN)	t (s)
INRUSH	12	0.1
CARGA FRÍA	6	1

Aplicación

Termomagnético
protege contra
Sobrecarga

Fusible
protege contra
Sobrecorriente (Fallas)



Protección contra Sobretensiones

ANTECEDENTES :

Buena calidad de los aislantes.

Rigidez dieléctrica equivalente al aparellaje de M.T.

SE EMPLEA :

Pararrayos

SE REQUIERE :

Que cada línea esté equipada con pararrayos lo más cerca posible al trafo.

Es usual instalar pararrayos sólo en el transformador y no en las líneas (economía).

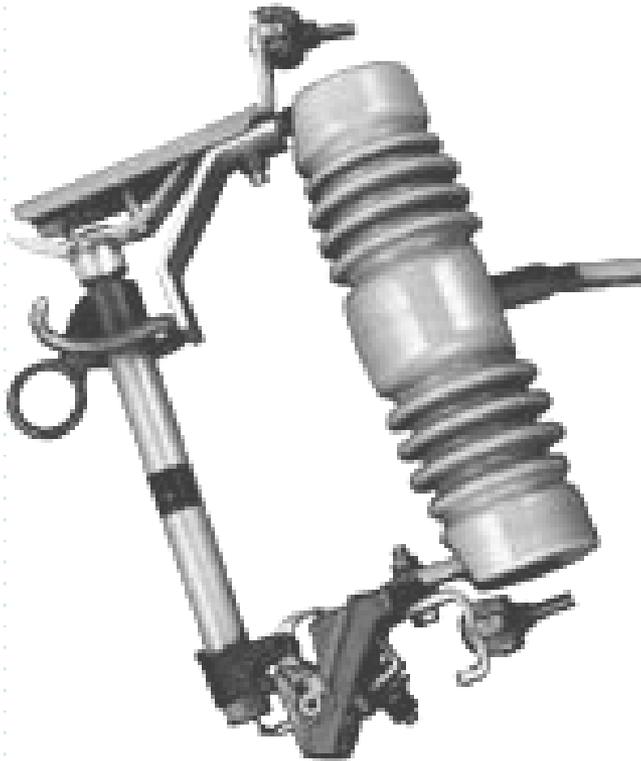
4. Fusibles

4.1. Generalidades

4.2. Clasificación

4.3. Selección

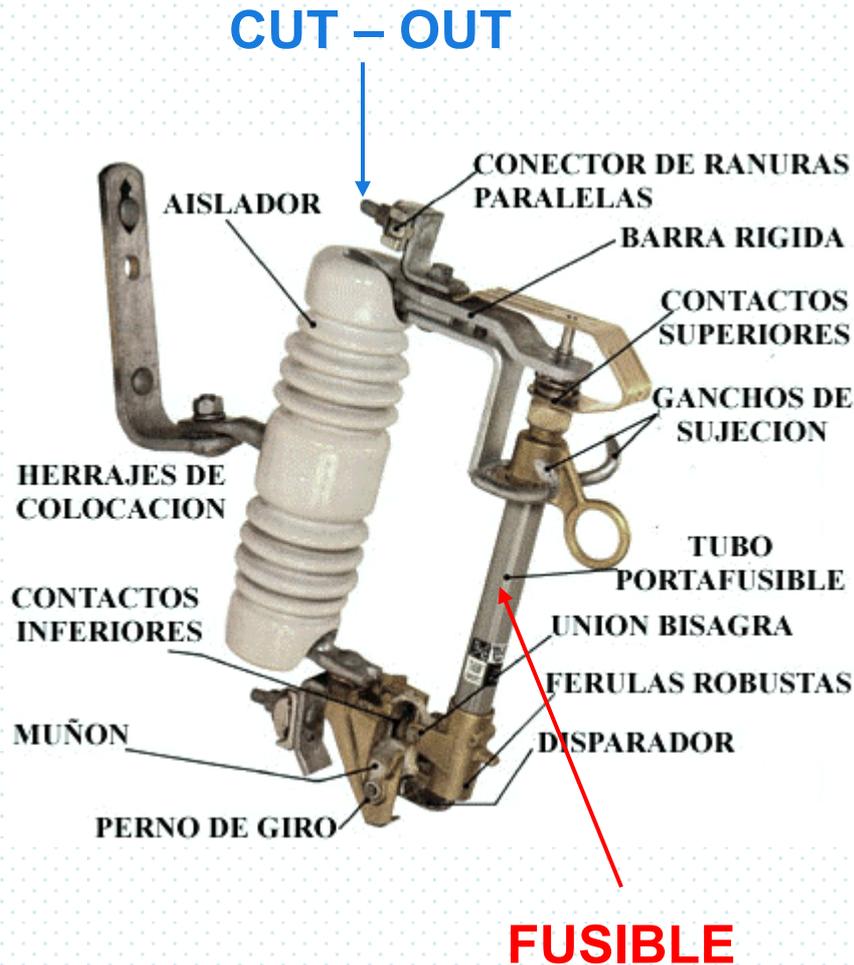
Generalidades – Fusibles



DEFINICIÓN

- La protección más común que se aplica a los Transformadores de Distribución es el “Fusible” (Cut – Out), el cual también es utilizado para realizar maniobras de apertura y cierre.

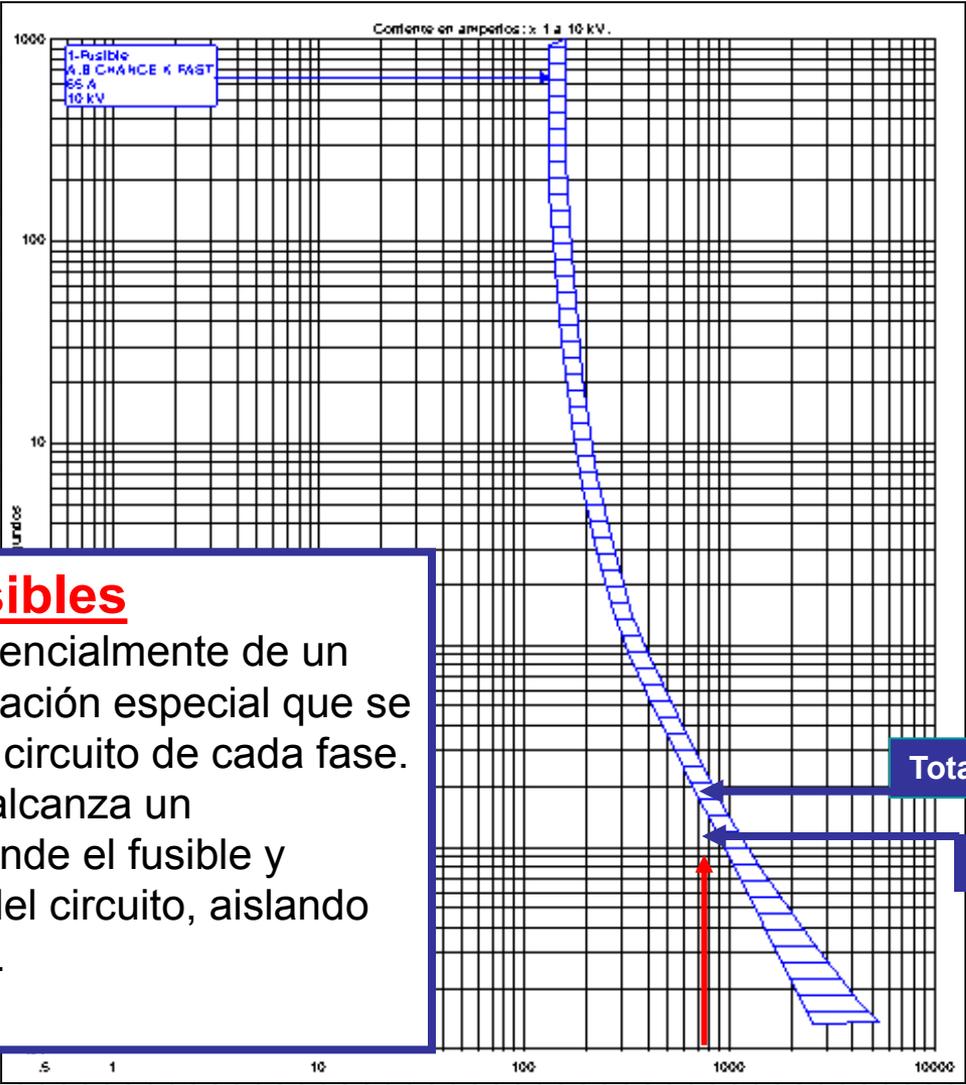
Generalidades - Fusibles



DEFINICIÓN

- Esencialmente protegen contra cortocircuitos.
- Es el método de protección más antiguo.
- Se basa en el incremento de temperatura que sufre el elemento fusible, al pasar la sobrecorriente. El tiempo de fusión es inversamente proporcional a la sobreintensidad.

Generalidades - Fusibles



Aplicación de fusibles

- El fusible consiste esencialmente de un conductor de una aleación especial que se instala en serie en el circuito de cada fase.
- Cuando la corriente alcanza un determinado valor, funde el fusible y provoca la apertura del circuito, aislando de este modo la falla.

Total de Operación: 144 ms

Mínimo de Fusión: 89 ms

Generalidades – Fusibles

VENTAJAS :

- Es un método de protección simple.
- Relativamente económico.
- Limita y extingue las corrientes de cortocircuito en menos de 5ms.
Reduciendo así las sollicitaciones térmicas y dinámicas en la instalación.
- Su funcionamiento es independiente.

DESVENTAJAS :

- Falta de precisión.
- Envejecimiento
- Tiempos de operación demasiado prolongados para las sobrecargas.

Clasificación - Fusibles

- Fusible de potencia / encapsulado (2,18kV - 169kV) – medio de extinción de arco no es aire.

Limitadores de Corriente

- Fusible de distribución (5,2kV - 38kV) – medio de extinción de arco es aire.

Expulsión (tipo N, K, T)



Selección - Fusibles

- La selección depende de la filosofía de protección que se aplique al sistema.

Los **Fusibles rápidos (K)** desconectan al sistema de fallas en menos tiempo y coordinan mejor con los relés.

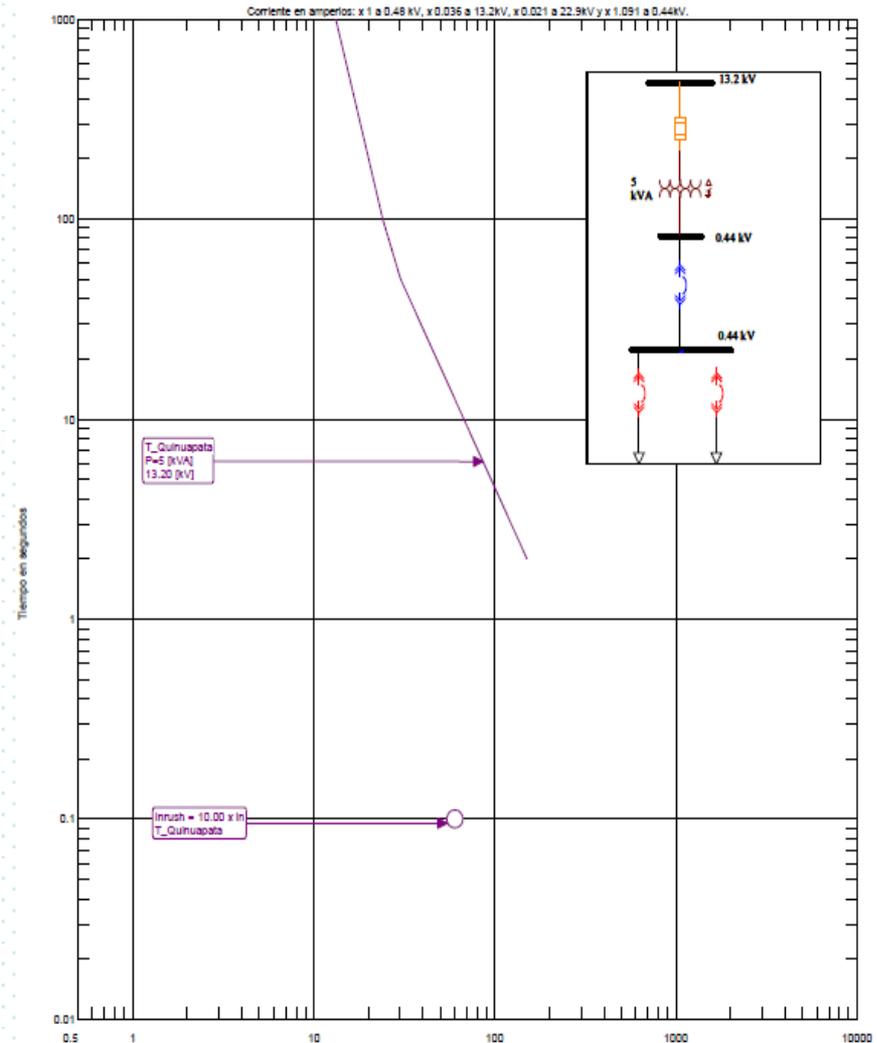
Los **Fusibles Lentos (T)** soportan corrientes transitorias mayores (corrientes de arranque, carga fría, etc.) y coordinan mejor con otros fusibles de la misma clase y de clase diferente.

- Para la selección se debe considerar:
 - La máxima carga normal.
 - La corriente de magnetización.
 - La corriente de arranque en carga fría.

Selección – Fusible

La característica de operación del fusible debe de cumplir las siguientes condiciones:

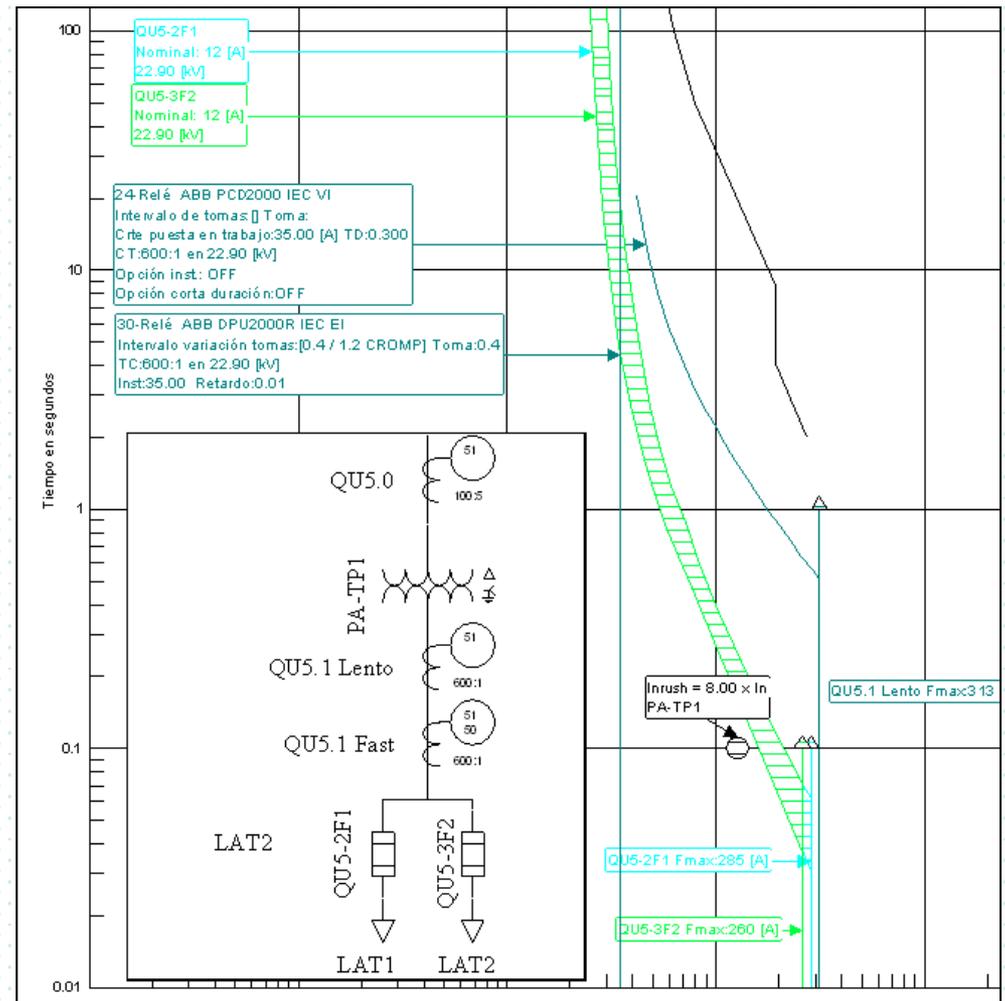
- Su curva característica debe de estar por debajo de la curva de daño del transformador, pero por encima de las curvas de inserción (INRUSH) y de carga fría.



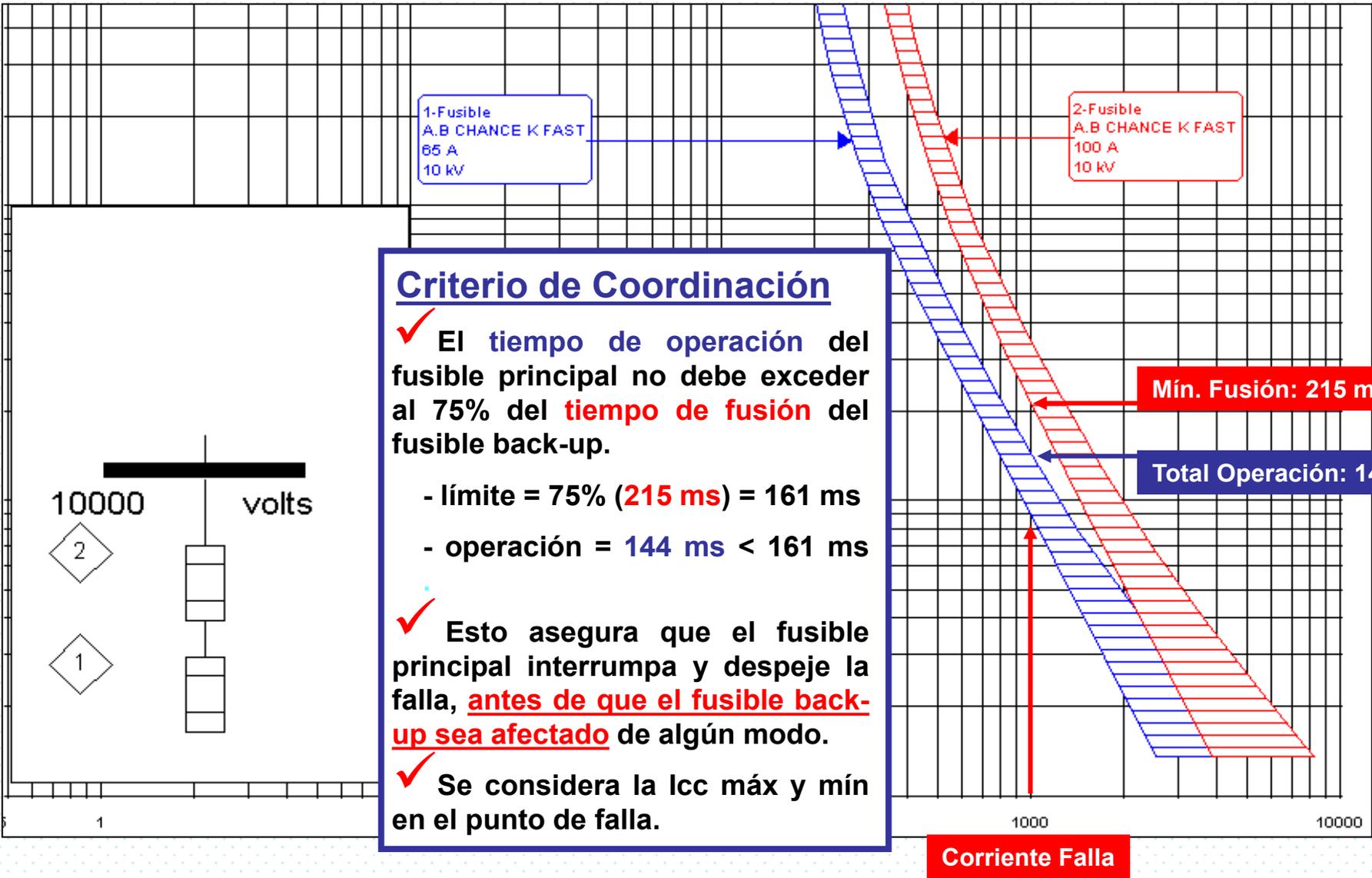
5. Coordinación de Protección

Selectividad

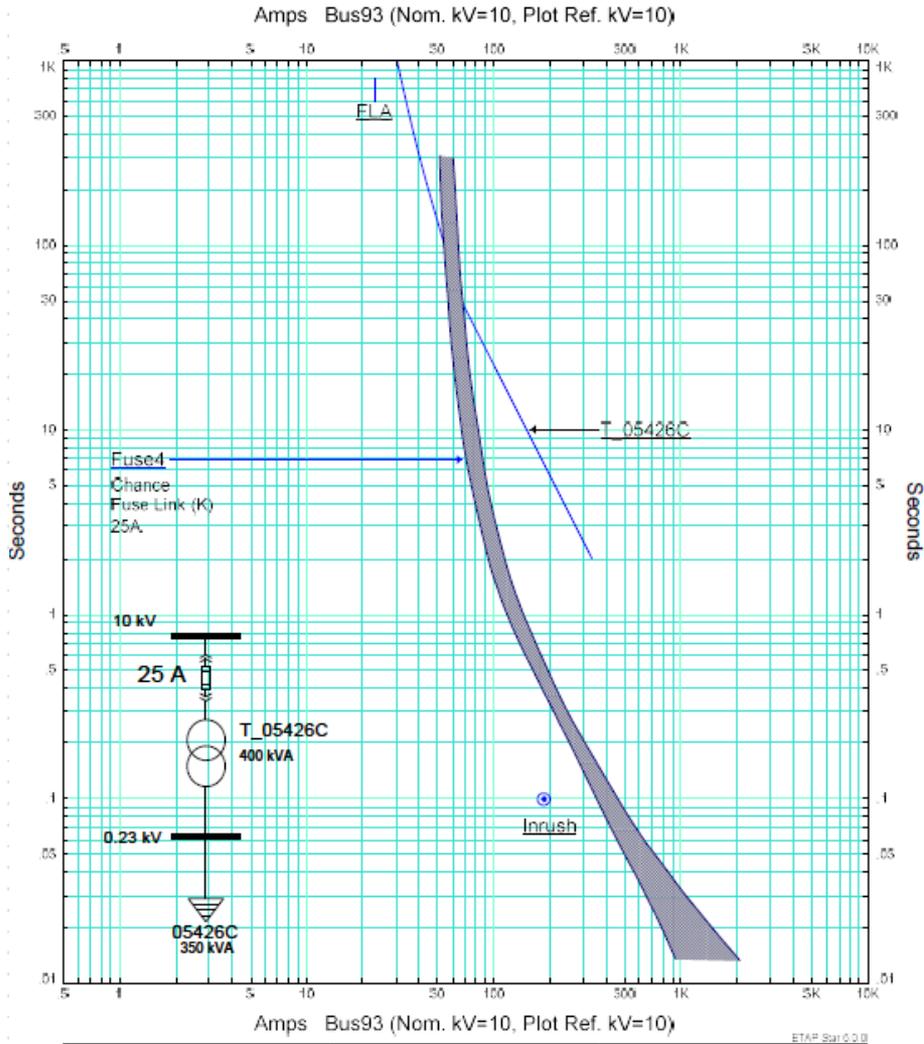
Consiste en desconectar la mínima parte del sistema eléctrico necesaria para la eliminación de la perturbación, y debe fundamentarse en un estudio de **Coordinación de Protección** entre las distintas protecciones existentes en la red.



Criterio de Coordinación



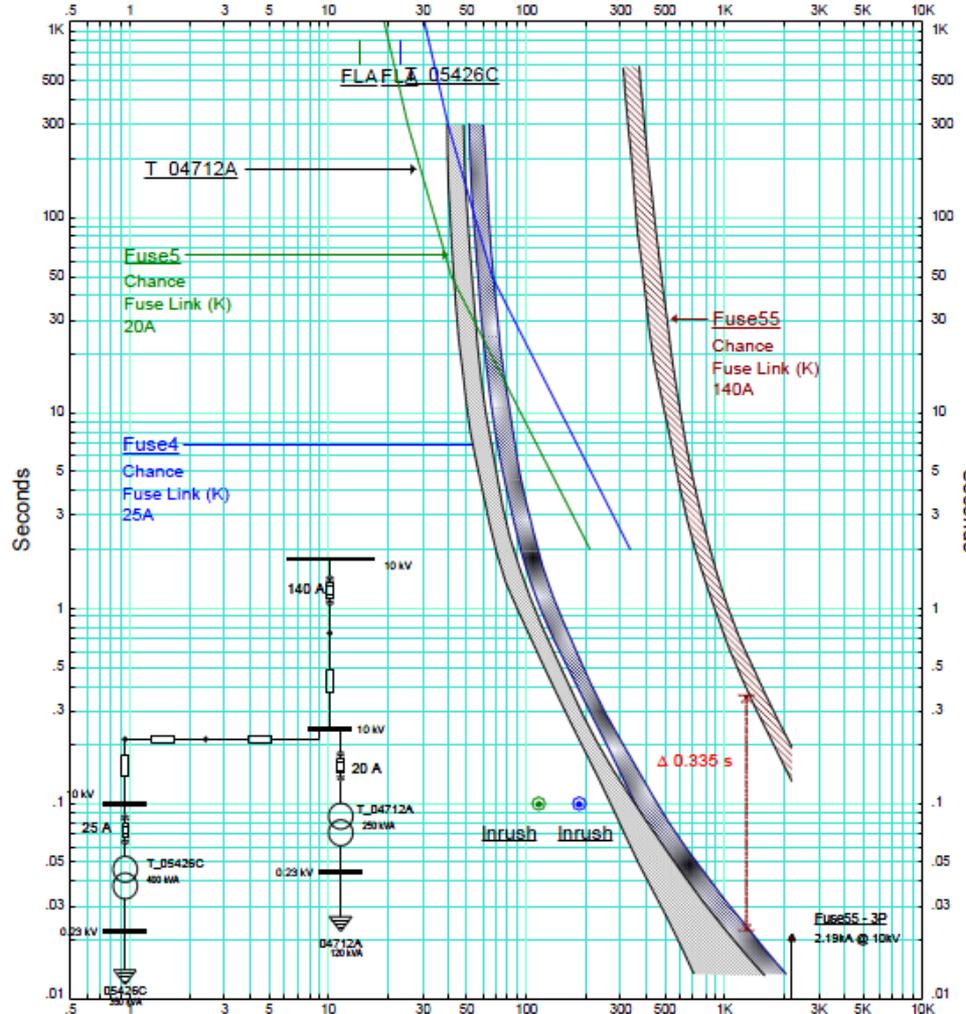
Ejemplo



- Corriente de Cortocircuito
- Curva de Daño Térmico.
- Corriente Inrush.
- Curva de Fusible.

Ejemplo

Amps Bus93 (Nom. kV=10, Plot Ref. kV=10)



Coordinación entre Fusibles

Conclusión



A pesar de todas las medidas que se toman para prevenir la aparición de anomalías o fallas:

- Empezando por el diseño de las instalaciones y selección de equipos.
- Así como en el montaje, puesta en marcha, operación y mantenimiento.

No es posible su eliminación total.



GRACIAS!!