

## Protección de barras colectoras

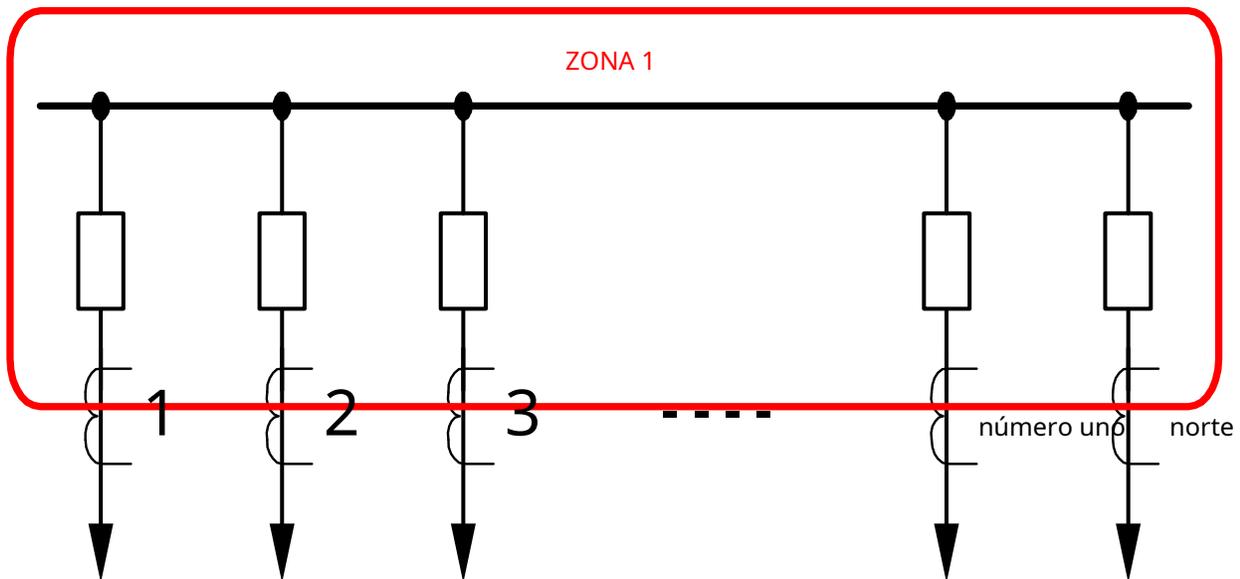
Las barras colectoras son elementos muy críticos en un sistema eléctrico, ya que son los puntos de acoplamiento de muchos circuitos, transmisión, generación o cargas. Una falla en un solo bus puede causar daños equivalentes

A menudo, se producen muchas fallas simultáneas y estas fallas consumen grandes corrientes. Por lo tanto, a menudo se requiere una protección de bus de alta velocidad para limitar el daño al equipo y la estabilidad del sistema o para mantener el servicio con la mayor carga posible. El término "protección de bus" se refiere a la protección en la ubicación del bus, independientemente del equipo en ubicaciones remotas.

La protección diferencial es el método más sensible y confiable para proteger un bus de estación.

## Arreglos de autobús

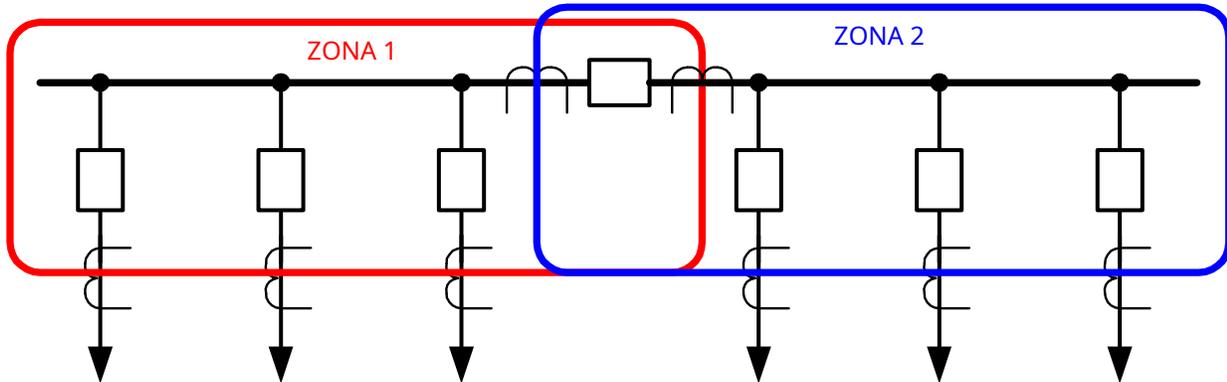
### Bus único - disyuntor único



- Distribución y niveles de tensión de transmisión más bajos

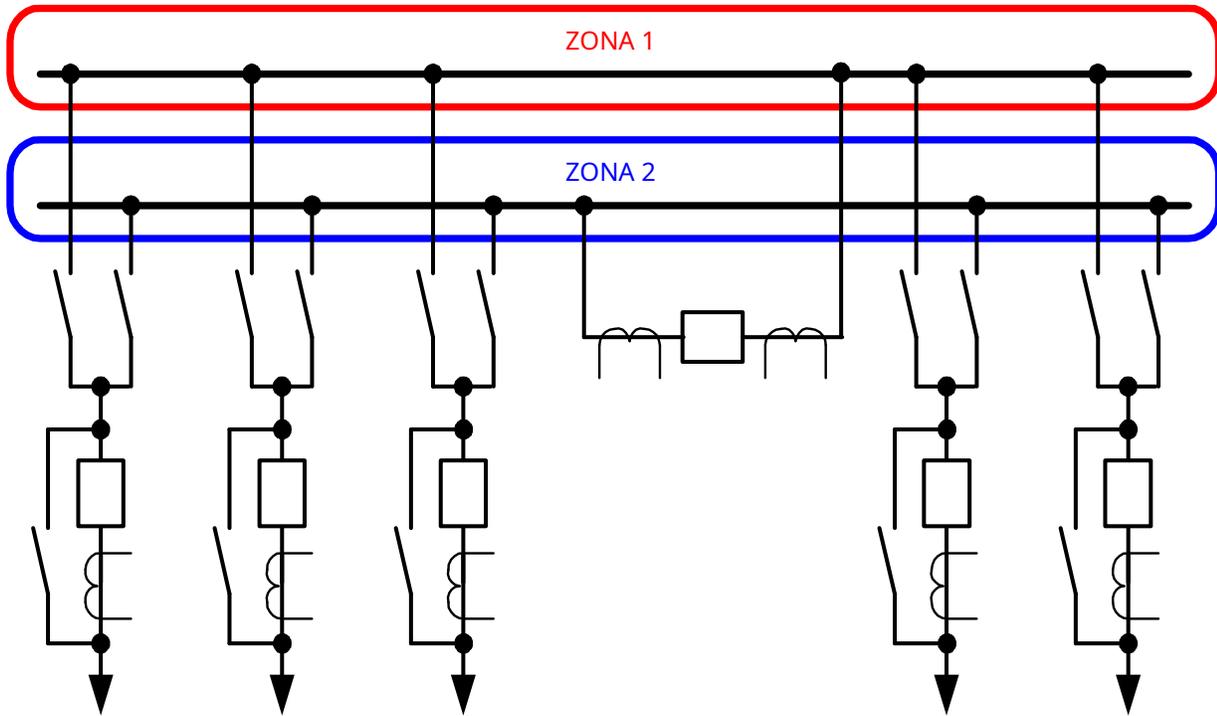
- Sin flexibilidad operativa
- Una falla en el bus hace saltar todos los disyuntores

### Varias secciones de bus: interruptor único con enlace de bus



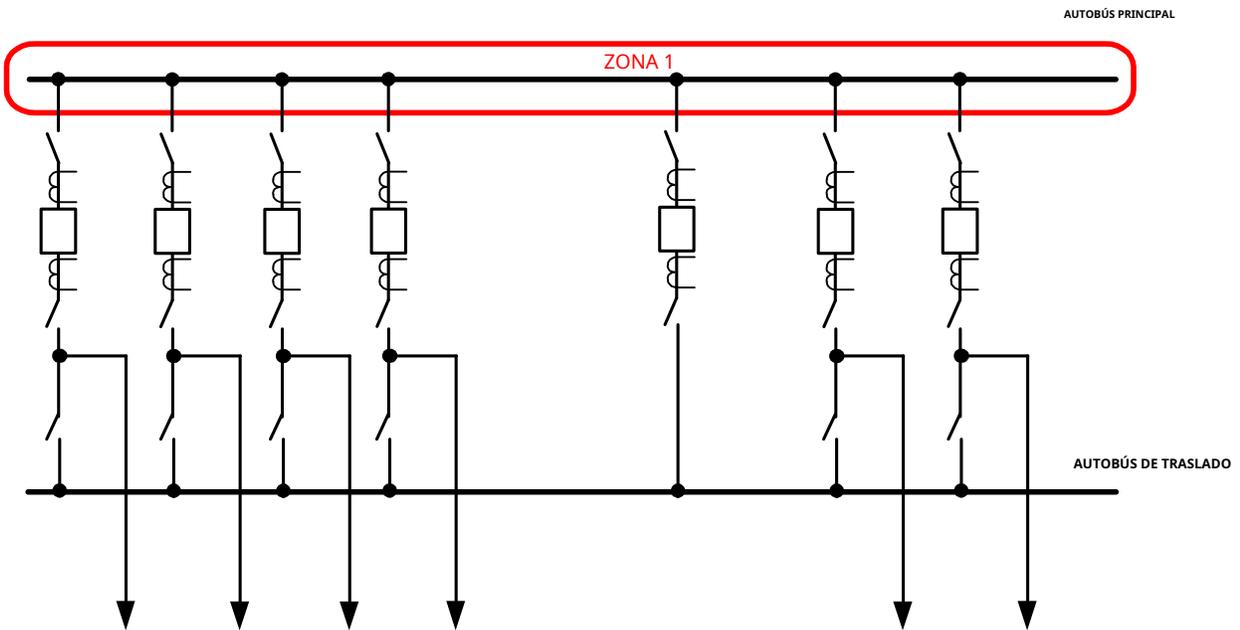
- Distribución y niveles de tensión de transmisión más bajos
- Flexibilidad operativa limitada

### Bus doble - disyuntor simple con enlace de bus



- Niveles de tensión de transmisión y distribución
- Mantenimiento de disyuntores sin quitar el circuito
- Una falla en un bus desconecta únicamente los circuitos que están conectados a ese bus.

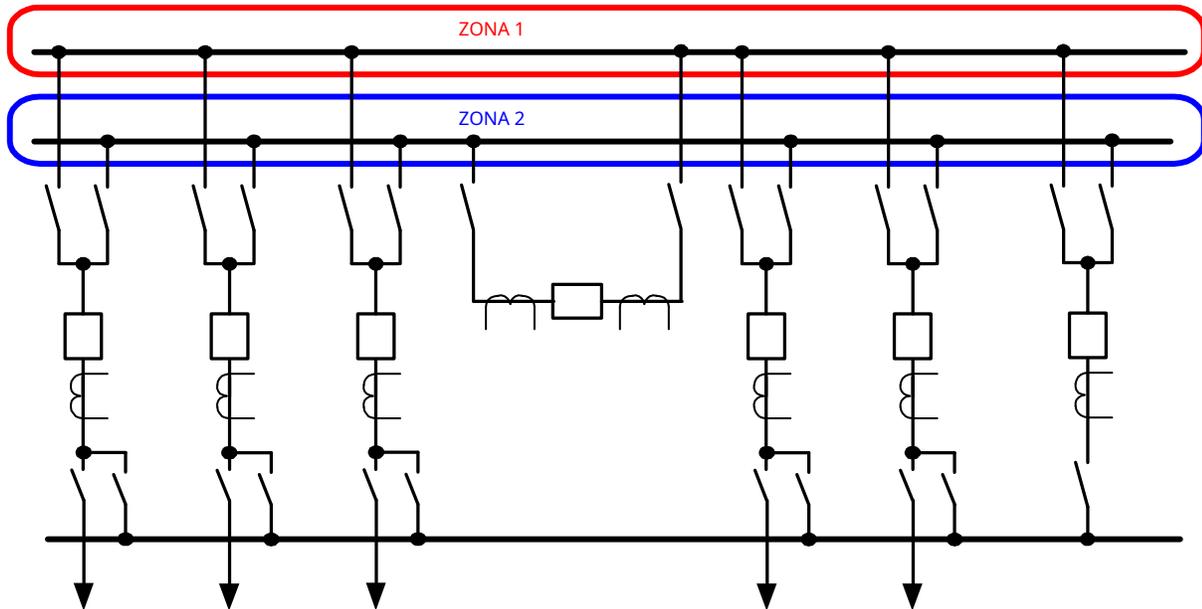
**Autobuses principales y de transbordo**



- Mayor flexibilidad operativa

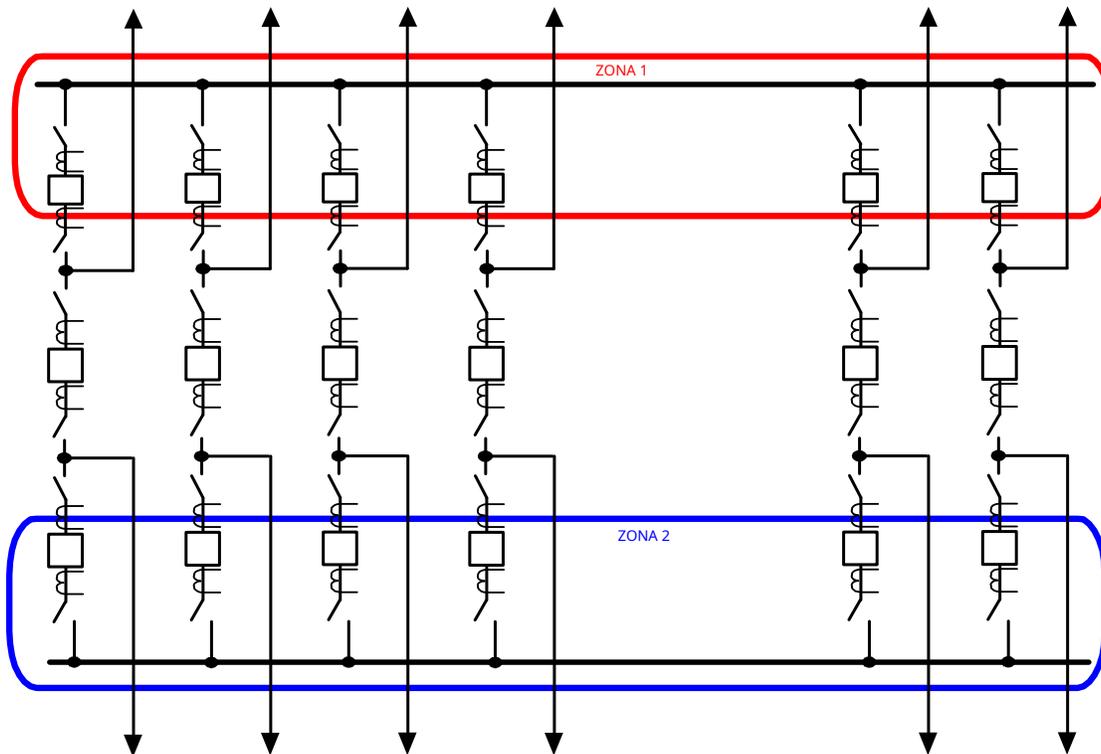
- Una falla del bus requiere que se disparen todos los disyuntores.
- Autobús de transferencia para mantenimiento de disyuntores

### Bus doble - disyuntor único con bus de transferencia



- Muy alta flexibilidad operativa
- Autobús de transferencia para mantenimiento de disyuntores

### Autobús de dos pisos y medio



- Se utiliza en niveles de voltaje más altos.
- Mayor flexibilidad operativa
- Requiere más disyuntores
- Secciones intermedias del bus cubiertas por protección de línea u otro equipo

### Fallas de Buabars

La mayoría de las fallas que ocurren en los buses son de una fase a tierra, pero las fallas pueden ser causadas por diferentes fuentes y un número significativo son interfases sin conexión a tierra. De hecho, una gran proporción de fallas en las barras colectoras son resultado de errores humanos en lugar de fallas de los componentes de los cuadros de distribución. Hoy en día, con la llegada de equipos blindados con segregación de fases completa, solo son posibles fallas a tierra, por lo tanto, solo nos preocupamos por la sensibilidad a las fallas a tierra. De lo contrario, la capacidad de detectar fallas de fase sin conexión a tierra es una ventaja, aunque la sensibilidad a las fallas de fase no necesita ser muy alta.

### Requisitos de protección

### Corrientes de falla de bus elevadas debido a la gran cantidad de circuitos conectados:

- La saturación de los TC a menudo se convierte en un problema, ya que es posible que los TC no estén lo suficientemente calificados para las peores condiciones.

caso de condición de falla

- Las grandes fuerzas dinámicas asociadas con fallas del bus requieren tiempos de despeje rápidos para reducir daños al equipo

### Los viajes en falso con la protección del autobús pueden crear graves problemas:

- interrupción del servicio a un gran número de circuitos (distribución y subtransmisión)  
niveles de voltaje)

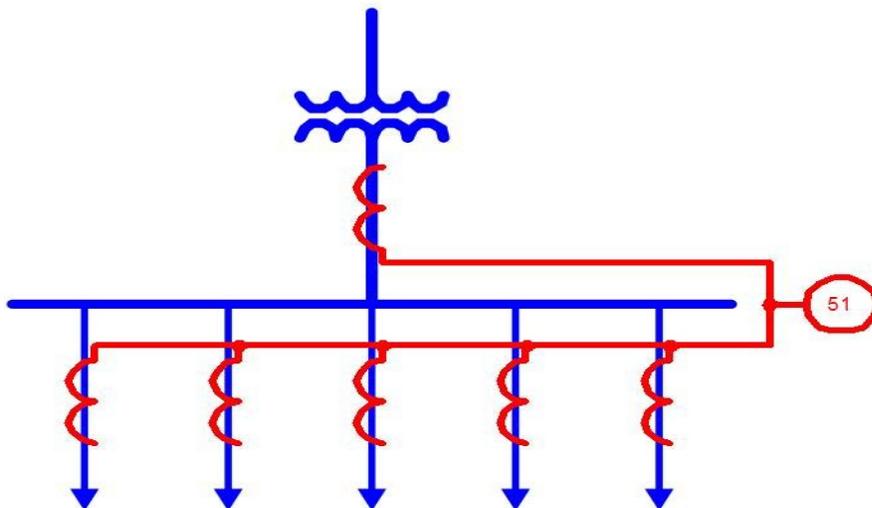
- Problemas de estabilidad en todo el sistema (niveles de voltaje de transmisión)

**Siendo importantes tanto la confiabilidad como la seguridad, siempre se da preferencia a la seguridad.**

### Esquemas de protección de barras colectoras

- Diferencial de sobrecorriente (“sin restricciones” o “sin polarización”)
- Esquemas diferenciales de bus de alta impedancia
- Esquemas diferenciales de bus de baja impedancia

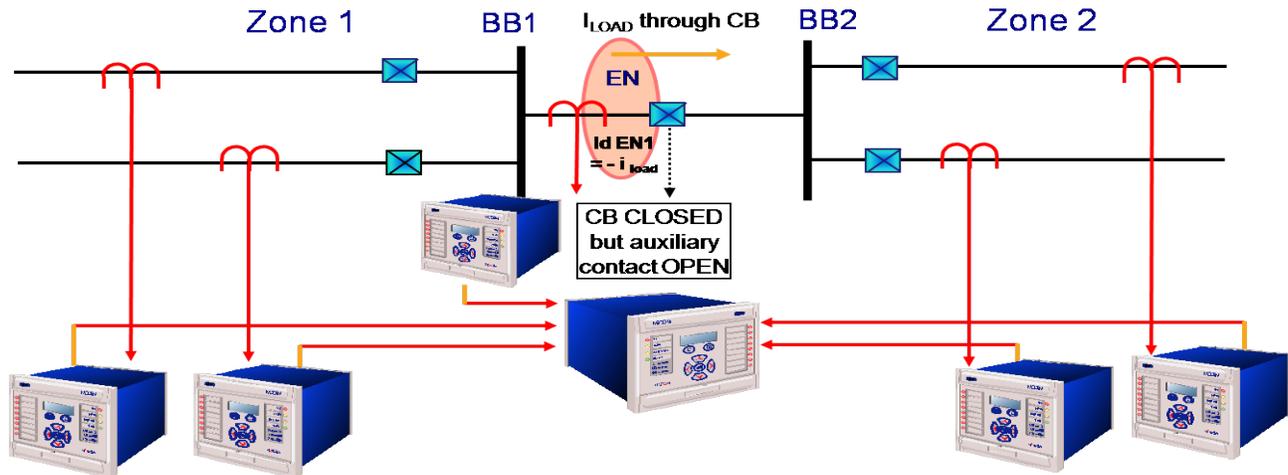
### Diferencial de sobrecorriente (sin restricciones)



- Señal diferencial formada por la suma de todas las corrientes que alimentan el bus
- Puede ser necesaria la correspondencia de la relación CT

- En caso de fallas externas, los TC saturados producen una corriente diferencial espuria
- Retardo de tiempo utilizado para hacer frente a la saturación de la TC
- Función OC diferencial instantánea útil en relés integrados basados en microprocesador

## Esquemas diferenciales de bus de baja impedancia



Los relés diferenciales de bus de baja impedancia se denominan así porque las entradas de corriente del relé diferencial tienen baja impedancia para el flujo de corriente secundaria del TC. Esto significa que los relés diferenciales de bus de baja impedancia pueden compartir los TC con otros relés, medidores, transductores, etc. El esquema diferencial de bus de baja impedancia normalmente tiene un conjunto de entradas de corriente para cada fase de cada conjunto de TC.

Representación monofásica de una instalación de relé diferencial de bus de baja impedancia. Un único relé diferencial de bus de baja impedancia puede brindar protección para una fase, dos fases o las tres fases, según la cantidad de entradas de corriente del relé.

### Característica de disparo

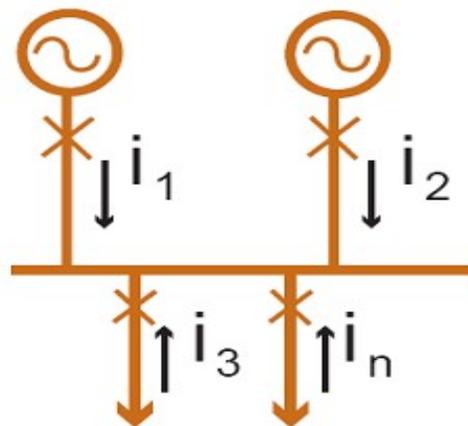
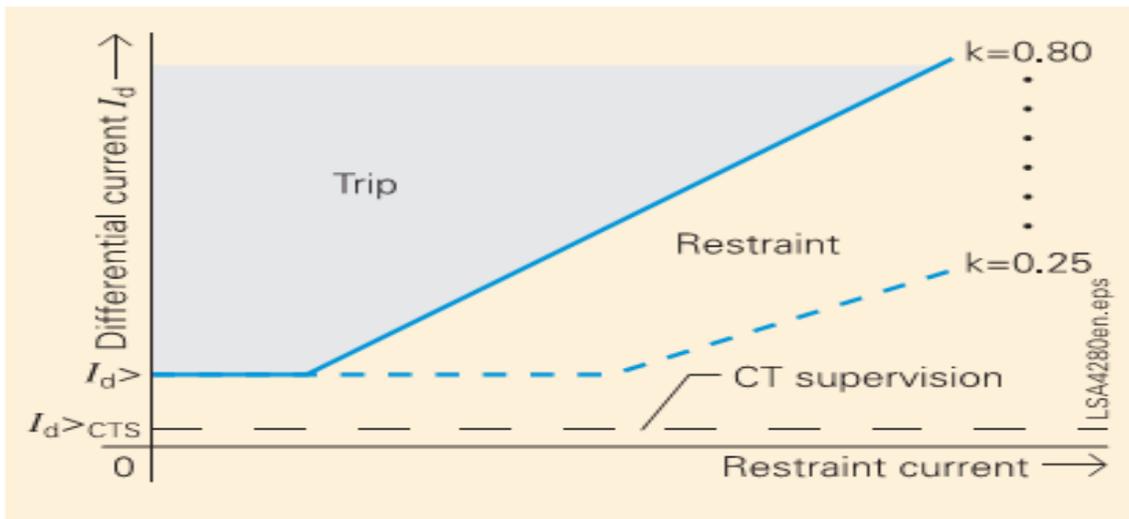
El umbral  $I_d >$  debe establecerse por encima de la corriente de carga máxima (por ejemplo,  $1,2 \cdot I_{Load}$ ) para evitar el disparo por la corriente de carga en caso de una falla en el circuito del TC. Sin embargo, si las corrientes de cortocircuito mínimas requieren un ajuste inferior, se requiere un disparo adicional.

Se pueden introducir criterios (por ejemplo, tensión). Por otra parte, para garantizar el disparo en condiciones mínimas de cortocircuito,  $I_{d>}$  debe ajustarse aproximadamente un 50 % por debajo de las corrientes mínimas de cortocircuito. Por ejemplo:  $I_{scmin} = 3000 \text{ A} \rightarrow 50 \% = 1500 \text{ A}$   $I_{d>} = 1,2 \text{ INO}$ , si la relación de referencia es 1000/1 A. El umbral  $I_{d>CTS}$  es el valor de activación para la supervisión del TC. Si un circuito secundario del TC está abierto o en cortocircuito, aparecerá una corriente diferencial. La protección diferencial se bloqueará y se emitirá una alarma.

Differential current :  $i_{diff \text{ node}}(t) = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$

Operating current :  $i_{diff}(t) = |i_{diff \text{ node}}(t)| = |\sum i|$

Restraining current :  $i_{bias}(t) = |i_1| + |i_2| + |i_3| + \dots + |i_n| = \sum |i|$

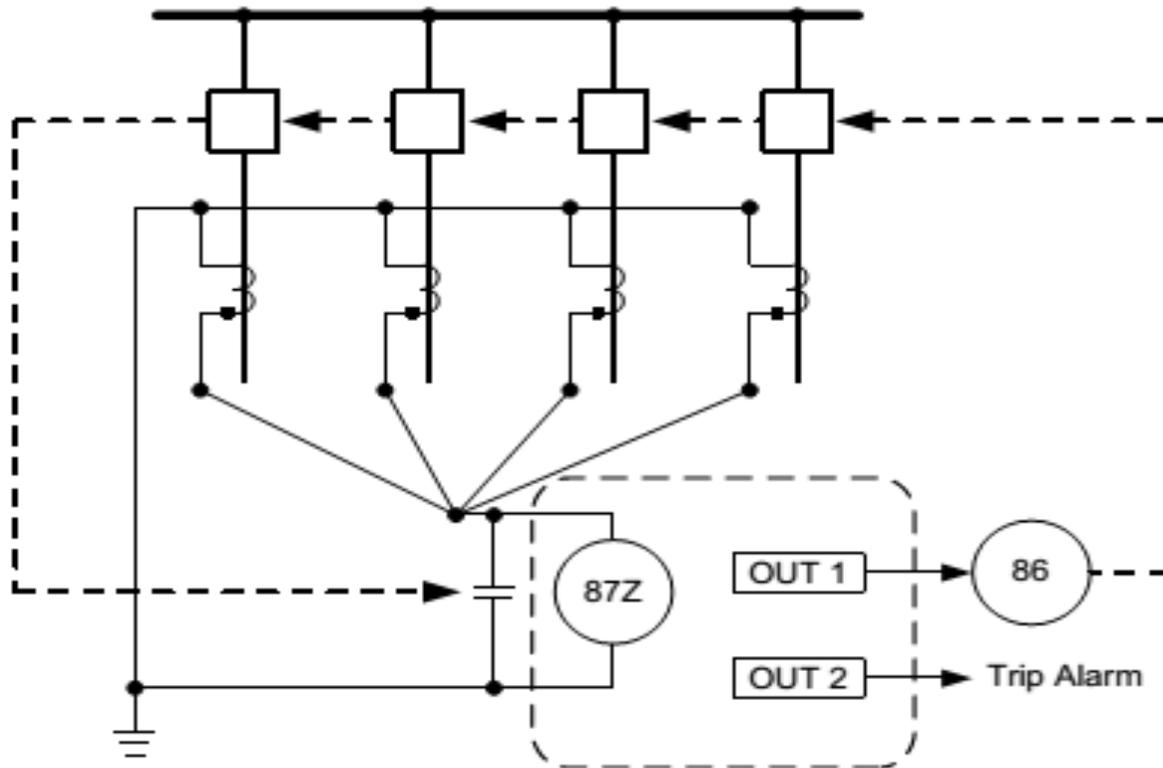


Esto evitará un funcionamiento excesivo innecesario en caso de corrientes de paso intensas. El factor  $k$  cambia la pendiente de la característica de disparo, como se muestra en la figura 13, y determina así la estabilidad de la protección. Aunque un ajuste alto de este factor mejora la estabilidad con respecto a las fallas fuera de la zona protegida, reduce la sensibilidad para la detección de fallas en las barras colectoras. Por lo tanto, el factor  $k$  debe elegirse lo más bajo posible y lo más alto necesario. Si el sistema de medición (relé de protección) se va a utilizar para protección selectiva por zonas, lo que será el caso en la mayoría de las aplicaciones, es recomendable utilizar el ajuste previo de 0,6 del factor  $k$ .

## **Esquemas diferenciales de bus de alta impedancia**

Los relés diferenciales de bus de alta impedancia se aplican a la salida en paralelo de todos los TC de cada fase conectados a un bus común, como se muestra en la Fig. . Como su nombre lo indica, el relé diferencial de bus de alta impedancia presenta una impedancia muy alta al flujo de corriente.

Los TC conectados en paralelo deben tener la misma relación y la conexión de polaridad adecuada para garantizar que las salidas de corriente secundaria de los TC conectados en paralelo sumen vectorialmente cero de la misma manera que lo hacen las corrientes primarias en el bus en condiciones normales de carga. Cualquier diferencia de corriente se fuerza a través de la alta impedancia del relé diferencial del bus, lo que provoca una caída de tensión en el relé. El relé de alta impedancia, que está calibrado y configurado para dispararse en función de la tensión en el relé, es extremadamente sensible a la corriente diferencial del TC. Por este motivo, no solo deben coincidir las relaciones de los TC, sino que también deben coincidir las clasificaciones de precisión de los TC para minimizar las diferencias de rendimiento de los TC que podrían crear corriente diferencial del TC.



Paralleled CTs connected to a high-impedance bus differential relay

### Funcionamiento del relé diferencial de bus de alta impedancia

La entrada de alta impedancia se crea mediante una impedancia interna, normalmente resistiva, de 2000 ohmios o superior. Un elemento de corriente sensible en serie con el elemento de alta impedancia se calibra en voltios en función de la caída de tensión en la impedancia interna.

La figura muestra los elementos básicos de un relé diferencial de bus de alta impedancia. El elemento 87Z es un elemento de corriente de activación ajustable, de baja impedancia y sensible, con escala de voltaje. Se conecta un MOV a través del circuito de alta impedancia para evitar que el alto voltaje dañe el relé y

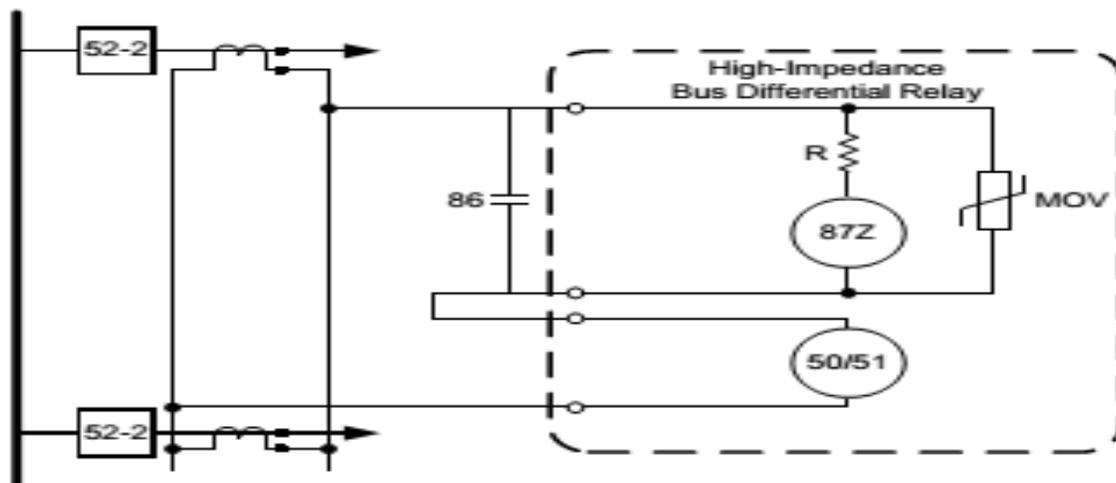
Circuito de TC.

La capacidad de absorción de energía del MOV debe ser suficiente para tolerar la energía que entregan los TC en paralelo durante un período de varios ciclos. En los peores escenarios, con un disyuntor que no interrumpe la corriente de falla, la corriente puede continuar fluyendo durante 20 a 30 ciclos. Algunos buses de alta impedancia

Los relés diferenciales ofrecen MOV con un tamaño suficiente para tolerar la absorción de energía durante este período prolongado. Otros reducen los requisitos de absorción de energía de los MOV conectando un contacto de relé de bloqueo (86) a través de la rama de alta impedancia del relé.

desvía la corriente de la ruta del relé de alta impedancia después de que el relé activa el relé de bloqueo debido a una falla del bus interno.

Un conjunto independiente de elementos de protección contra sobrecorriente conectados en serie con la combinación en paralelo de elemento de alta impedancia y MOV proporciona protección de respaldo en caso de falla del MOV y una medición de corriente independiente después de que se cierra el contacto del relé de bloqueo. Este circuito evita el elemento de voltaje de alta impedancia.



High-impedance bus differential relay internal elements

### Característica del relé:

La combinación de la corriente de falla y la caída de voltaje del circuito secundario resultante se debe examinar para cada circuito en el bus utilizando la corriente de falla externa máxima para cada posición del circuito y el cable del TC correspondiente y la resistencia interna.

$$V_t = \frac{I_F}{N} \cdot (R_{CT} + R_{LEAD} \cdot k)$$

Dónde:

$I_F$  : es la corriente de falla externa máxima.  $k$  : es la relación del TC (en una toma particular).

$R_{CT}$  : es la resistencia del devanado secundario del TC y del conductor hasta el TC terminales.

$R_{LEAD}$ : es la resistencia unidireccional del cable desde los puntos de unión hasta el TC más distante.

$a$  : es igual a 1 para fallas trifásicas y 2 para fallas monofásicas a tierra fallas.

El ajuste de activación del elemento de relé debe establecerse en:

$$V_s = K \cdot V_r$$

Dónde:

$K$ : es un factor de seguridad que representa el nivel de seguridad necesario y el rendimiento del TC.

Una vez establecido el umbral de activación del relé, la sensibilidad mínima de la corriente primaria se puede determinar utilizando:

$$I_{\min} = (n \cdot I_e + I_r + I_m) \cdot N$$

Dónde:

$I_o$  : es la corriente mínima.

$n$  : es el número de transformadores de corriente en paralelo con el relé, por monofásico.

$I_e$  : es la corriente de excitación del TC en el voltaje de ajuste del relé,  $V_r$ .

$I_r$  : es la corriente a través del relé con el voltaje de ajuste del relé,  $V_r$ . : es la

corriente a través del MOV con el voltaje de ajuste del relé,  $V_r$ . : es el

número de vueltas para la relación del CT.