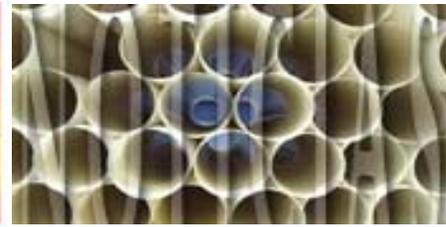


AUTOMATISMOS



Reenganchador

▶ Faltas transitorias

↪ Se eliminan abriendo un interruptor y no se suelen reproducir al reenergizar la línea.

↪ Incidencia de faltas transitorias

▶ En la red de Subtransporte y Distribución (<66kV) ⇒ entre un 80 y un 90%

▶ En Transporte (>110kV). ⇒ Porcentaje aún mayor

↪ Las causas más comunes de faltas transitorias son:

▶ las descargas atmosféricas

▶ el movimiento de líneas por el viento

▶ el contacto temporal con objetos extraños.

▶ Falta semipermanente

↪ Esta falta no se elimina por la apertura instantánea de la línea pero puede eliminarse quemándola durante una apertura temporizada.

↪ Ejemplo ⇒ contacto de una rama con la línea.

▶ Faltas permanentes

↪ Deben localizarse y repararse antes de restaurar el servicio.

↪ Causas ⇒ Rotura de conductores o faltas en cable subterráneo

- ▶ **Reenganchador** ⇒ Tras un tiempo de espera tras el acaecimiento de la falta, vuelve a cerrar el interruptor reenergizando la línea
- ▶ **Ventajas** que aconsejan el uso del reenganche automático ⇒
 - ↳ Rápido reestablecimiento del servicio ⇒ Minimización del tiempo de interrupción en el suministro restaurándose la capacidad y fiabilidad del sistema con el mínimo gasto.
 - ↳ Mantenimiento de la estabilidad del sistema y del sincronismo, combinando disparos de alta velocidad con reenganche automático en líneas de transmisión.
 - ↳ Restauración de las interconexiones críticas del sistema así como de las cargas críticas.
 - ↳ Reducción de la duración de las faltas produciendo daños menores y menor número de faltas permanentes.
 - ↳ Permite el funcionamiento desatendido de subestaciones. Si no existe telemando ⇒ Menor número de visitas del personal para cerrar un interruptor tras falta.
 - ↳ Ayuda para los operadores del sistema durante la restauración del servicio tras una interrupción del mismo.

- ▶ **Aplicación** ⇒ Principalmente en líneas radiales donde no existen problemas de estabilidad.
- ▶ **Disparo instantáneo**
 - ↳ La duración del arco se reduce ⇒ disminuye la probabilidad de daños en la línea y se evita la aparición de faltas permanentes.
 - ↳ Menor mantenimiento de los interruptores por la reducción del calentamiento en falta.
 - ↳ Disparo no selectivo ⇒ Muchos abonados afectados durante poco tiempo
 - ↳ Normalmente se emplea la anulación del disparo instantáneo tras el primer disparo para que el segundo sea temporizado (selectivo) eliminando la zona en falta
- ▶ **Disparo temporizado**
 - ↳ Pueden permitir el quemado y eliminación de las faltas semipermanentes
 - ↳ Afectaría a un número menor de abonados pero durante un tiempo mayor.
 - ↳ Menores posibilidades de obtener un reenganche con éxito pues la falta transitoria tenderá a hacerse permanente.

- ▶ Los relés modernos permiten programar el número de reenganches que se efectuarán tras producirse un disparo dependiendo de si éste ha sido temporizado o instantáneo.
- ▶ En líneas con una sección de cable subterráneo, la decisión de utilizar reenganchador dependerá del conocimiento de la frecuencia de faltas transitorias.
 - ↳ Si una proporción significativa de las faltas son permanentes, la ventaja del reenganchador es pequeña

► **Aplicación del reenganchador** ⇒ mantenimiento de la estabilidad de la red y el sincronismo.

↪ **Estabilidad del sistema** ⇒ Capacidad del sistema para permanecer en estado de equilibrio bajo condiciones normales de operación y de volver a un estado aceptable de equilibrio después de ser sometido a una perturbación

↪ **Estabilidad del ángulo del rotor** ⇒ Habilidad de las máquinas síncronas de un sistema eléctrico para permanecer en sincronismo. Cualquier desequilibrio entre la generación y la carga inicia un transitorio que causa que los rotores de las maquinas síncronas “deslicen” pudiendo perderse el sincronismo.

► **En el caso de una línea que interconecta dos fuentes de generación**

↪ El interruptor debe ser abierto y cerrado durante un período de tiempo corto para que el ángulo de fase, que comienza a deslizarse en el momento de la apertura, se mantenga dentro de unos valores admisibles.

► **En un sistema altamente interconectado**

↪ El sincronismo no se perderá por el disparo de una línea simple.

↪ La política a seguir podría ser de reenganche lento, de forma que la reconexión se produzca cuando ya han desaparecido las oscilaciones de potencia motivadas por la apertura de la línea.

Reenganchador en Alta Tensión II

▶ El transitorio que sigue a una perturbación es oscilatorio llegando a un nuevo equilibrio si el sistema es estable.

▶ Las oscilaciones se reflejan como fluctuaciones de potencia en la línea \Rightarrow pueden ser representadas gráficamente usando el criterio de áreas iguales y la curva del ángulo de potencia.

▶ La potencia transmitida es $\Rightarrow P=(V_a \cdot V_b / X) \cdot \text{seno}(\delta_a - \delta_b)$

▶ Línea simple

↪ Durante una falta a tierra \Rightarrow la curva se reduce y durante la apertura se reduce a cero.

↪ En el momento de la falta se pasa a la curva inferior acelerándose el generador.

↪ En la apertura el desplazamiento del ángulo habrá llegado a δ_1

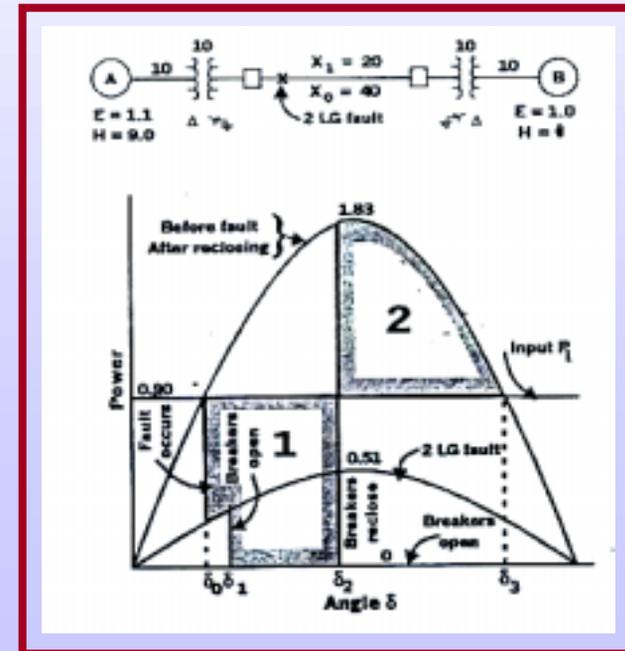
↪ El desplazamiento de fases se incrementará debido a la inercia de las dos fuentes.

↪ El interruptor debe cerrarse en un tiempo corto para que el ángulo no sobrepase δ_2 .

↪ Para que haya estabilidad el área 2 debe ser mayor que el área 1:

▶ Se puede cumplir reduciendo el área 1 \Rightarrow reduciendo la potencia de entrada P_i

▶ O bien incrementando el área 2 reenganchando rápidamente

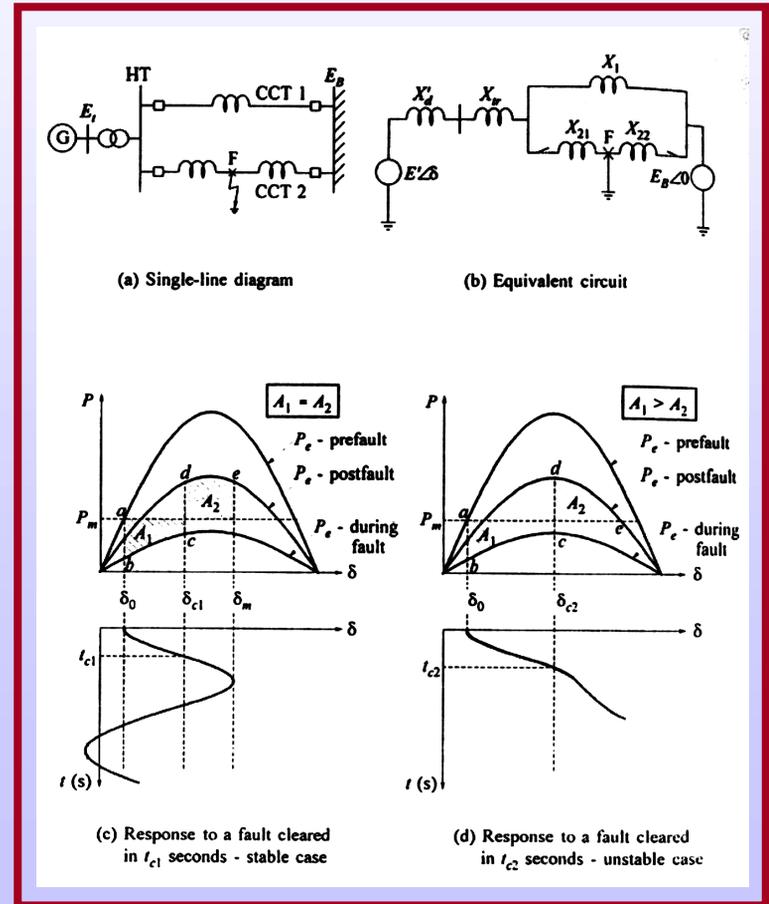
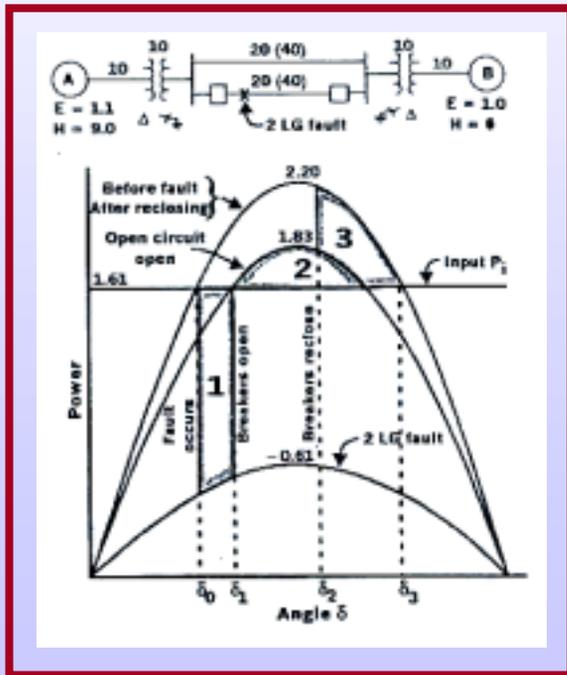


Reenganchador en Alta Tensión III

► En el caso de una conexión múltiple

↪ en el momento de abrir una de las líneas la curva potencia / ángulo es casi tan alta como la curva para las condiciones normales de funcionamiento.

↪ La suma de las áreas 2 y 3 debe ser mayor que el área 1.



▶ Reenganchador monofásicos

- ↪ En caso de disparo trifásico en una línea simple se origina un inmediato desplazamiento del ángulo de fase entre ambos sistemas. No se produce ningún intercambio de potencia de sincronización durante el tiempo de reenganche.
- ↪ Si solo se dispara la fase en falta durante una falta a tierra, todavía se sigue produciendo un intercambio de potencia de sincronización entre ambos sistemas.
- ↪ En los casos de que se de disparo bifásico con conductores abiertos circula algo de potencia en la fase que permanece cerrada con retorno por tierra.

↪ Ventajas

- ▶ El límite de estabilidad de la línea puede ser incrementado por encima del obtenido con disparos tripolares y reenganches de igual velocidad.
- ▶ Se puede incrementar el límite de estabilidad con disparos por polo y reenganches más lentos.

↪ Desventaja

- ▶ Los circuitos de los interruptores deben ser segregados, con mecanismos independientes por fase.
- ▶ Lo mismo ocurre con las protecciones que deben disponer de elementos de selección de fase.
- ▶ Incremento en los tiempos de desionización debidos al efecto capacitivo de las fases sanas.

- ▶ **Tiempo de reenganche** \Rightarrow Tiempo desde que se abre el interruptor hasta que se da la orden de cierre.
- ▶ **Tiempo de seguridad o de bloqueo de ciclo** \Rightarrow Tiempo desde que se emite la orden de cierre hasta que comienza un nuevo ciclo. Si en este tiempo se produce un disparo comienza el proceso del siguiente reenganche o acaba la secuencia si es el ultimo.
- ▶ **Tiempo de seguridad o de bloqueo tras cierre manual** \Rightarrow Tiempo tras un cierre manual durante el cual el reenganchador no actuará.
- ▶ **Ciclo del reenganchador** \Rightarrow Tiempo durante el que el reenganchador está activo. Desde disparo de la protección o bien la apertura del interruptor hasta el fin de la secuencia de reenganches.
- ▶ **Disparo definitivo** \Rightarrow Situación final del reenganchador cuando a realizado todos los intentos de reenganche programados sin éxito y el interruptor queda abierto.
- ▶ **Tiempo de vigilancia apertura interruptor** \Rightarrow Si no se abre el interruptor en el tiempo establecido el reenganchador pasa a disparo definitivo.
- ▶ **Tiempo de vigilancia cierre del interruptor** \Rightarrow Si no se cierra el interruptor en el tiempo establecido el reenganchador pasa a disparo definitivo.

► Los **factores** que influyen en la elección de:

- ↪ Tiempo de reenganche
- ↪ Tiempo de bloqueo
- ↪ Número de reenganches

Dependen de:

- ↪ Las características del sistema
- ↪ De la carga
- ↪ Del tipo de interruptor empleado.
- ↪ Características de la protección
- ↪ Tiempo de desionización

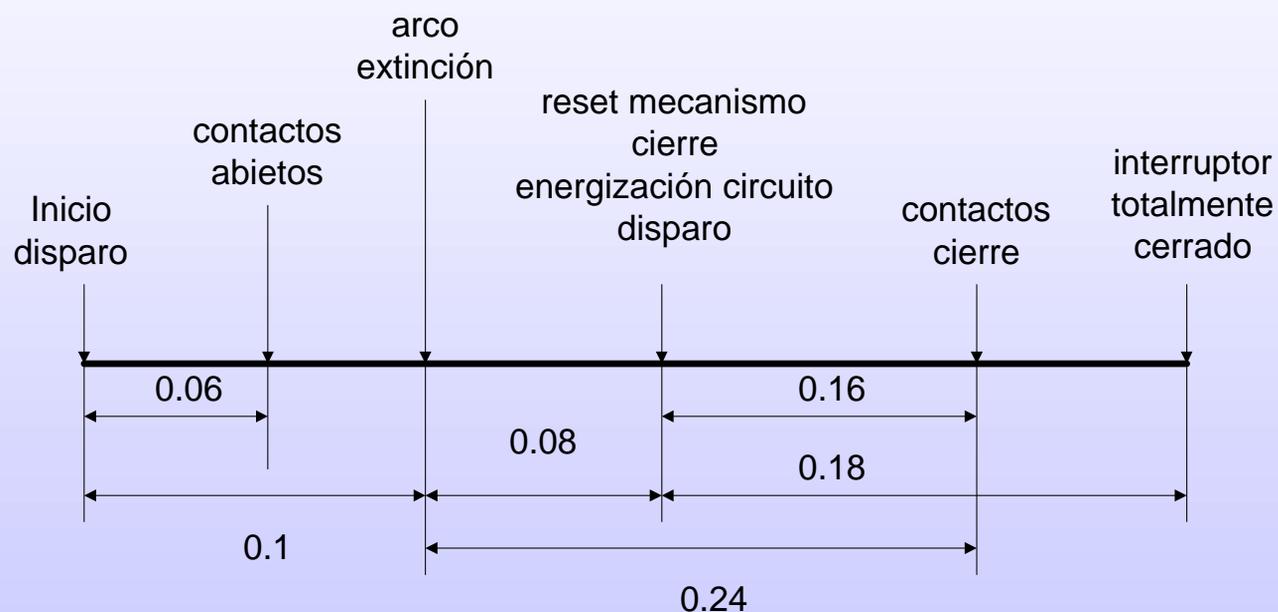
▶ Estabilidad del sistema y sincronismo

- ↪ No es un problema en las líneas radiales.
- ↪ Influye si existe más de una fuente de generación (p.ej. factoría con una planta de generación en sincronismo con la red).
 - ▶ En este caso ⇒ El tiempo de reenganche debe ser elegido al mínimo admisible para permitir la desionización del arco sin pérdida de sincronismo.
 - ▶ Tiempos del orden de 0.2-0.3 segundos ⇒ si se utilizan protecciones rápidas e interruptores capaces de despejar la falta en 50-100ms.
 - ▶ Sería deseable disponer de un relé de sincronismo que impida el reenganche si el ángulo de fase se ha desplazado fuera de ciertos límites establecidos
- ↪ En los sistemas de MT, el principal problema a considerar es el efecto en los distintos tipos de cargas en los abonados

Características de los interruptores de aceite (MT).

- ▶ El tensado de muelles puede ser:
 - ↳ Manual \Rightarrow limita la utilización del reenganchador.
 - ↳ Motorizados \Rightarrow permite realizar repetidos ciclos de reenganche.
- ▶ **Tiempo de operación** \Rightarrow El tiempo de ciclo total debe incrementarse en el tiempo de operación del interruptor.
- ▶ **Tiempo de reset de los mecanismos**
 - ↳ La mayor parte de los interruptores permiten una operación de disparo durante el ciclo de cierre.
 - ↳ Tras del disparo, es necesario esperar un cierto tiempo de reset de los mecanismos, antes de aplicar un impulso de cierre (del orden de 0,2 seg).
- ▶ **Tiempo de cierre** \Rightarrow es el intervalo de tiempo entre el inicio de la operación de cierre y el instante en que se establece la continuidad en todos los polos(0,2-0,3 seg)

DIAGRAMA DE TIEMPOS DE UN INTERRUPTOR DE 11 KV MECANISMO DE CIERRE MUELLES



TIEMPOS MINIMOS IMPUESTOS POR EL INTERRUPTOR

Características de los interruptores de alta tensión

(aceite, aire a presión, SF6)

- ▶ Debe abrir el circuito y cerrarlo tras un tiempo del orden de 0,2 seg. y ser capaz de volver a abrir si la falta todavía persiste.
- ▶ Deben tenerse en cuenta también: Los tiempos de operación, de reset y de cierre.

Desionización de la falta.

- ▶ Es el tiempo que sigue a la extinción del arco de una falta necesario para asegurar la dispersión del aire ionizado de forma que el arco no se vuelva a cebar cuando la línea se reenergice.
- ▶ Este tiempo es menos importante que los retrasos impuestos por los propios interruptores.
- ▶ Depende de varios factores:
 - ↪ Espaciado de los conductores
 - ↪ Corriente de falta
 - ↪ Duración de la falta
 - ↪ Velocidad del viento
 - ↪ Acoplo capacitivo con las fases sanas en tensión.
 - ▶ Tiende a mantener el arco
 - ▶ Sobre todo en líneas largas
 - ▶ Mayor en disparos monofásicos que trifásicos
 - ↪ La tensión del circuito es el más importante de estos factores

Tensión de la línea (kV)	Tiempo de apertura mínimo (seg)
66	0.1
110	0.15
132	0.17
220	0.28
400	0.5

Características de la protección.

- ▶ En Alta tensión el empleo de protecciones de distancia o hilo piloto de alta velocidad, con tiempos de operación muy cortos es esencial.
- ▶ Junto con interruptores rápidos, la protección de alta velocidad reduce la duración del arco de la falta y con ello el tiempo total de la perturbación.
- ▶ Es importante que los interruptores de ambos extremos de una línea en falta abran simultáneamente.
- ▶ El tiempo durante el cual un interruptor se adelanta al otro en la apertura reduce el tiempo efectivo del reenganche y existe el riesgo de impedir el éxito del mismo.

Tiempos de recaída de las protecciones.

- ▶ En relés electromecánicos temporizados.
- ▶ El elemento de tiempo debe volver a cero durante el tiempo de reenganche ⇒ El tiempo de discriminación se mantendrá en caso de cierre sobre falta, proporcionando selectividad.

Reenganche automático de alta velocidad en líneas empleando esquemas De distancia

- ▶ La zona 1 se ajusta para cubrir el 80-90% de la línea ⇒
 - ↳ Hasta el 80% de la línea las faltas se despejan simultáneamente en los dos extremos.
 - ↳ Las faltas entre el 80% y el 100% de la línea se despejan de forma secuencial ⇒ En un extremo se elimina instantáneamente y en el otro extremo más lejano se despeja en zona 2 en 0,3-0,4 seg.
 - ▶ El tiempo de reenganche puede ser mayor que el de desionización => una falta transitoria podría reengancharse con arco => se vería como permanente => bloqueo del cierre de ambos interruptores.

► Soluciones

↳ **Zona 1 extendida.**

↳ El primer disparo es instantáneo con zona extendida(120%) (en los dos extremos) y si no tiene éxito el reenganche el segundo será con el ajuste normal (80%).

↳ Si la falta es permanente y está dentro de la línea volverá a disparar coordinada con el resto de líneas bloqueándose el reenganche.

↳ El problema con el disparo por faltas en la sección adyacente.

↳ **Teleprotección** ⇒ Varios tipos de esquema que pueden ser utilizados para este objetivo: Disparo transferido, sobrealcance permisivo, subalcance permisivo, bloqueo direccional, desbloqueo direccional.

Tiempos de actuación de las protecciones.

- ▶ El tiempo de bloqueo debe ser lo bastante largo para permitir la operación de los relés de protección cuando el interruptor se cierra sobre una falta.
- ▶ Si se utilizan relés de tiempo dependiente hay que tener en cuenta los tiempos de actuación para pequeños niveles de falta.
- ▶ Se trata de evitar que el reenganchador entre en un ciclo sin fin de disparos más reenganches.
- ▶ Se puede alargar el tiempo de seguridad si alguna de las funciones de protección ha arrancado.

Características del interruptor.

- ▶ Si tiene tensado de muelles, el tiempo de bloqueo debe ser suficientemente largo, para asegurar que el interruptor no es sometido a una posterior operación de reenganche con los muelles parcialmente tensados.

No existen unas reglas definidas para la determinación del número de reenganches para una aplicación particular \Rightarrow existen unos factores a tener en cuenta

▶ **Limitaciones de los interruptores.**

↪ Hay que considerar \Rightarrow la capacidad para realizar varias operaciones de apertura y cierre en rápida sucesión y el efecto de estas operaciones en el período de mantenimiento.

↪ El mantenimiento es necesario después de un número de disparos, dependiendo del nivel de la falta.

↪ Al ser más del 80 % de las faltas transitorias es ventajoso utilizar un simple reenganche, disminuyendo al máximo el período de mantenimiento y manteniendo las ventajas de la utilización del reenganchador

▶ **Características del sistema**

↪ Estudios estadísticos de sistemas muestran que:

▶ Bastantes faltas semi-permanentes que pueden ser "quemadas" \Rightarrow múltiple reenganche.

▶ Si hay un alto nivel de incidentes por rayos la mayor parte de los primeros reenganches serán con éxito. El resto no justifican el desgaste del interruptor

Características del sistema.

- ▶ Con fusibles y nivel de la falta pequeño \Rightarrow varios reenganches para conseguir la fusión del fusible y eliminar el tramo de línea en falta
- ▶ Para tratamiento de faltas semipermanentes en líneas y en casos con fusibles y nivel de la falta pequeño \Rightarrow Señal de bloqueo de la unidad instantánea
 - ↪ Primer disparo instantáneo, con un reenganche rápido, para eliminar una falta transitoria
 - ↪ Si la falta permanece se dará disparo temporizado para permitir la fusión del fusible del tramo en falta.

Características del sistema.

▶ En alta tensión

- ↳ Generalmente un solo ciclo de reenganche. Intentos repetidos con los altos niveles de falta pueden ocasionar problemas sobre la estabilidad del sistema.
- ↳ Menos faltas semi-permanentes “quemables” con sucesivos intentos que en MT.

▶ En circuitos de subtransmisión

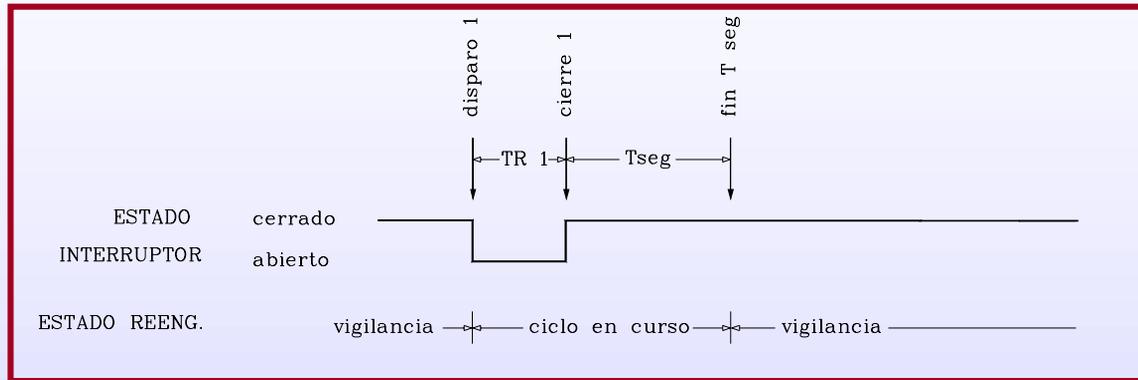
- ↳ Si hay generadores o motores en el sistema, el primer recierre debe ser temporizado.
- ↳ Frecuentemente se utilizan 2 ó 3 recierres para circuitos radiales y 1 ó 2 para mallados.
- ↳ Normal el uso del chequeo de sincronismo o que uno de los circuitos está “muerto”.

▶ En distribución

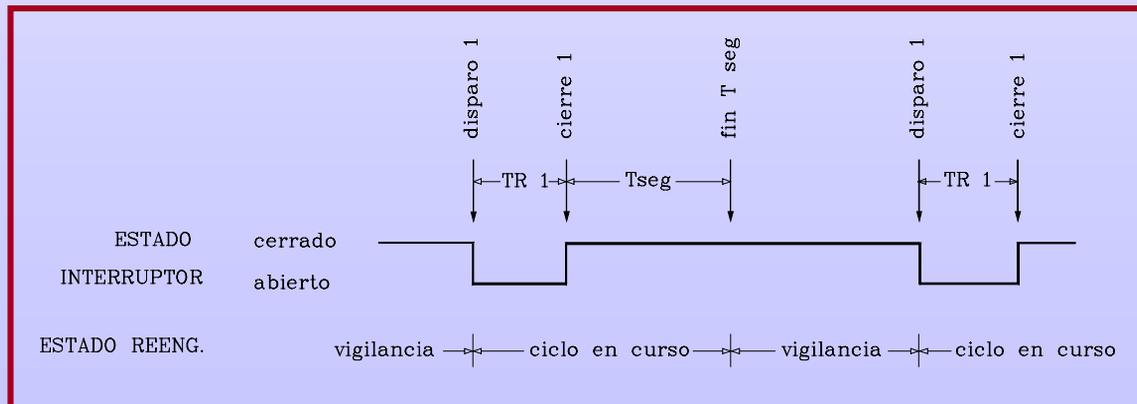
- ↳ Los reenganches múltiples están más justificados si atraviesan zonas de arbolado ya que un recierre sin éxito dará lugar a interrupciones del suministro.

Ejemplo de funcionamiento I

- ▶ Éxito en el primer reenganche.

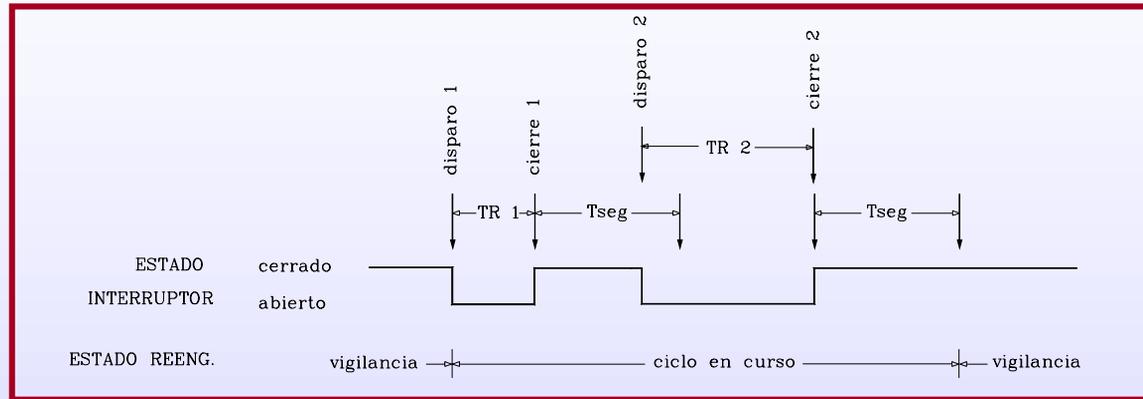


- ▶ En vigilancia, un nuevo disparo comienza un nuevo ciclo, empezando otra vez el reenganche 1.

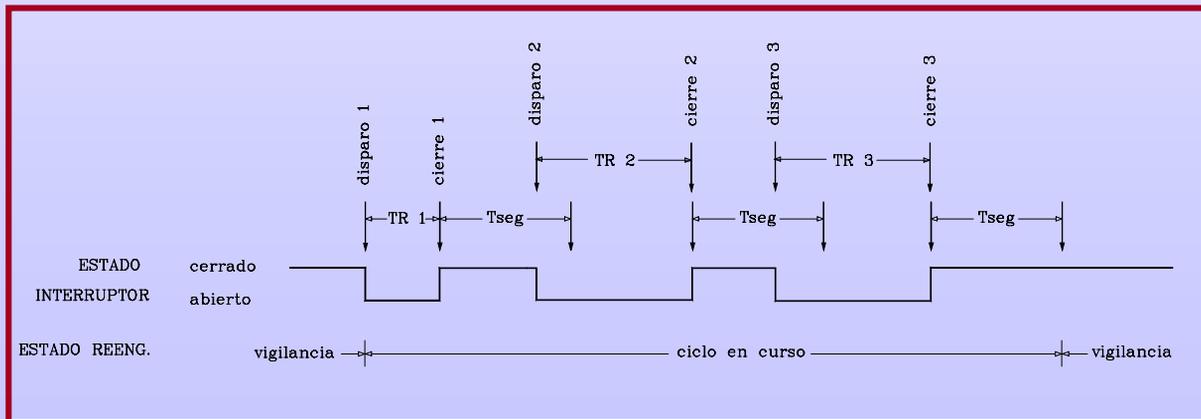


Ejemplo de funcionamiento II

▶ Éxito en el segundo reenganche.

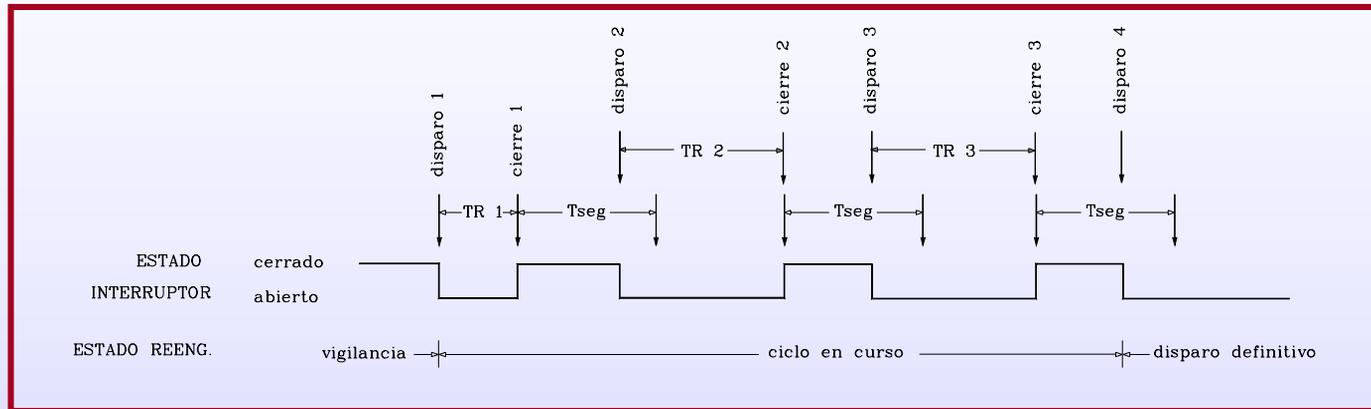


▶ Éxito en el tercer reenganche.

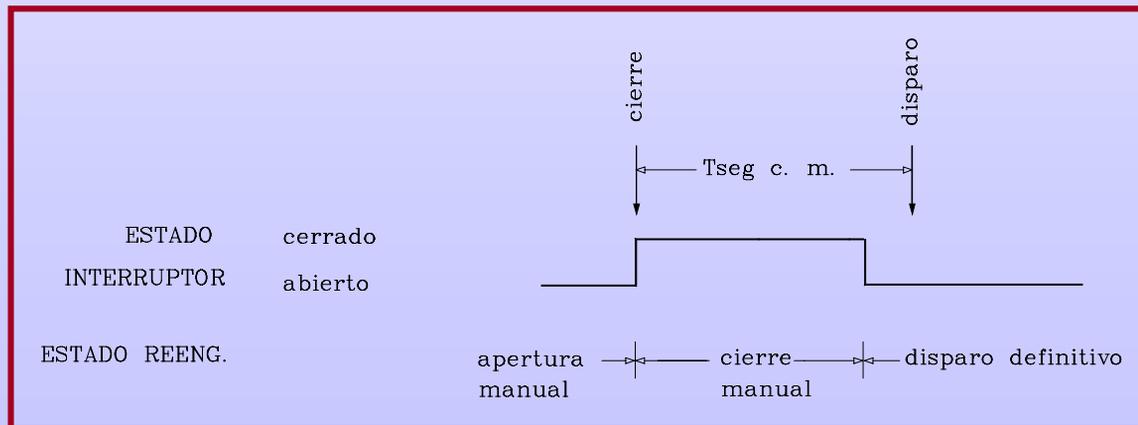


Ejemplo de funcionamiento III

- ▶ Paso a disparo definitivo por agotar el nº de intentos programados.



- ▶ Paso a disparo definitivo por disparo en el tiempo de seguridad tras cierre manual.



Aunque el reenganche automático puede mejorar la continuidad del servicio e incrementar disponibilidad en las líneas se deben tomar una serie de precauciones

Iluminación Pública.

- ▶ Interrupciones del orden de 10 seg. pueden ser peligrosas.
- ▶ En general intervalos de 1-2 seg. son satisfactorios.

Consumo doméstico

- ▶ Es improbable que se interrumpan procesos importantes o se genere peligro.
- ▶ La consideración más importante es el compromiso de continuidad de servicio.

Líneas con cables subterráneos

- ▶ Las faltas tienden a ser permanentes ⇒ No suele utilizarse reenganche por el peligro que hay de agravar el daño.

Líneas mixtas

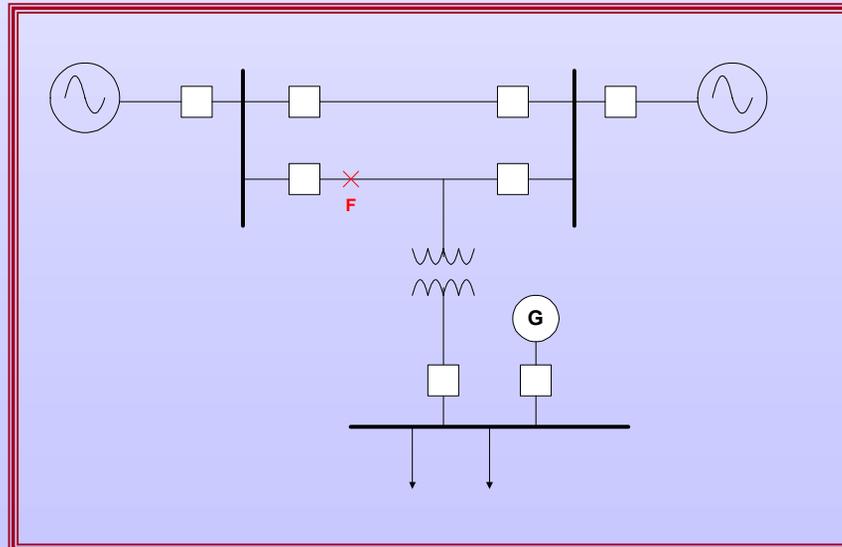
- ▶ Compuestas por tramos subterráneos y tramos aéreos
- ▶ Depende de la práctica de la compañía y de la probabilidad de que la falta ocurra en la porción de línea aérea.
- ▶ El número de reenganches se suele limitar a uno sólo.
- ▶ Si el tramo que sale de la subestación es subterráneo y el resto línea aérea \Rightarrow se puede utilizar un esquema de bloqueo del reenganchador para faltas cercanas.
- ▶ Otra opción sería utilizar relés independientes (tipo diferencial de línea, o de hilo piloto) en el tramo subterráneo para bloquear el reenganche. Supone un costo muy alto.

Líneas con motores

- ▶ El tiempo máximo sin alimentación que un motor asíncrono puede tolerar sin pérdida del sincronismo, depende de:
 - ↪ De la inercia del motor
 - ↪ De su carga, pero en cualquier caso es muy corto.
- ▶ Es necesario desconectarlos antes de reenganchar.
- ▶ El tiempo de reenganche
 - ↪ Debe ser suficiente para permitir la actuación de la protección de fallo de tensión
⇒ motor desconectado en el momento del recierre ⇒ 0,3seg-0.5seg
 - ↪ Variaciones de la carga ⇒ Pueden originar, durante un reenganche, disparo de algunos motores mientras que otros continuaran funcionando ⇒ situación es peligrosa
- ▶ Motores de inducción ⇒ se genera tensión durante un corto intervalo de tiempo después de desaparecer alimentación ⇒ **si la tensión se reestablece en este periodo de tiempo** ⇒ Diferencia peligrosa en el ángulo entre ambas tensiones en el recierre.
- ▶ Se usan tiempos de reenganche del orden de 3-10 seg., que permitan que todos los motores sean desconectados.

Líneas con generadores.

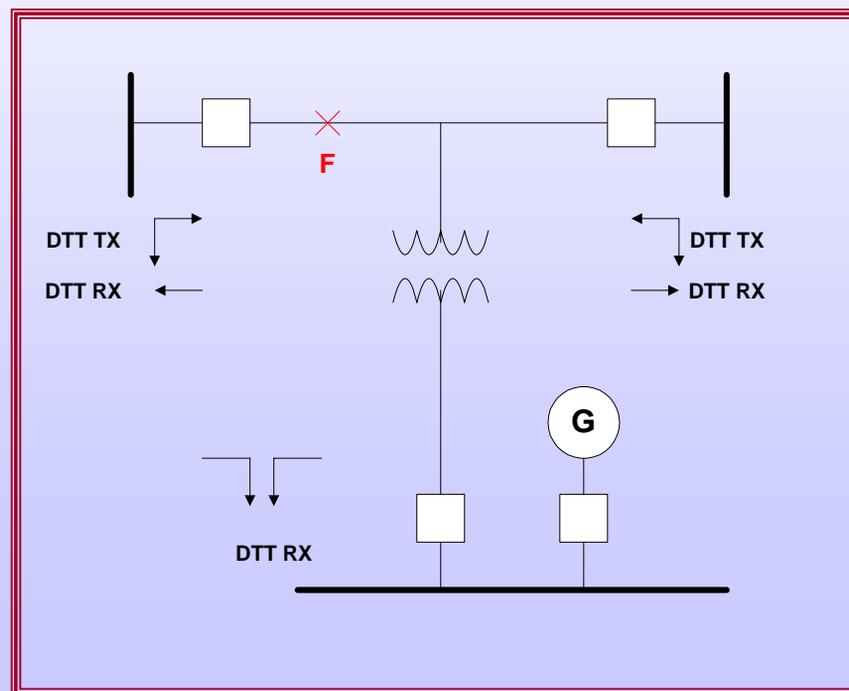
- ▶ Deben ser protegidos de cualquier condición que suponga un impacto térmico o mecánico que pudiera reducir su vida útil.
- ▶ Una situación de reenganche tras una falta supone un cambio brusco en la potencia suministrada que puede producir un envejecimiento importante en el generador.
- ▶ En generación distribuida
 - ↪ El recierre debe ser suficientemente lento para dar tiempo a que la generación se desconecte de la compañía eléctrica. El reenganche se retrasa hasta que se da la condición de línea muerta.



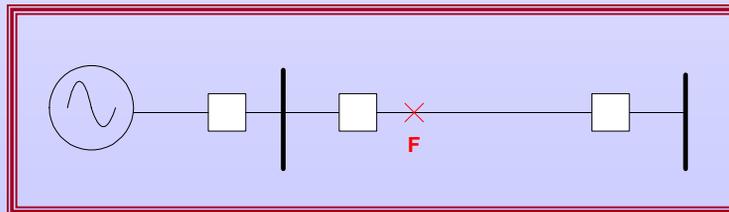
Líneas con generadores.

- ▶ En generación distribuida

- ↳ Si se utiliza un disparo de alta velocidad (Disparo transferido DTT, etc.) para aislar la generación propia, se puede reconsiderar la utilización del recierre automático.



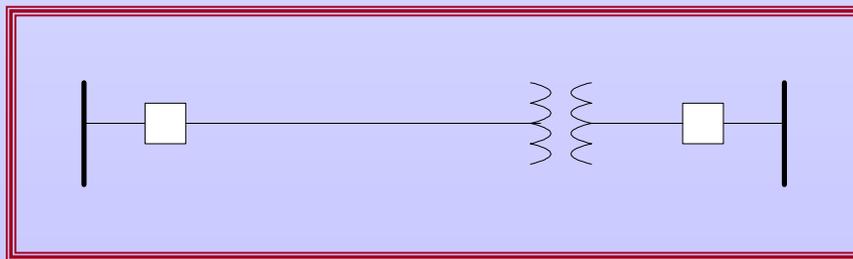
- ▶ Estudios recientes relacionan el reenganche en las cercanías de generadores con la posibilidad de exceder los límites de esfuerzo tolerables en el eje de la turbina.
- ▶ La aplicación del reenganche en las cercanías de generadores varía mucho y puede incluir las siguientes opciones
 - ↪ No utilizar el reenganche automático \Rightarrow Es la postura tradicional.
 - ↪ Reenganche lento en todas las faltas (10seg) \Rightarrow Para que disminuyan las oscilaciones producidas por la desaparición de la falta que producen torsión en el eje.
 - ↪ Reenganche secuencial \Rightarrow El reenganche del extremo remoto de una línea con generación producirá una reducción en el esfuerzo de torsión del generador siempre que el extremo remoto esté eléctricamente separado del generador.



- ↪ Reenganche de alta velocidad selectivo \Rightarrow Puede utilizarse en el caso en que el disparo sea monopolar aumentando la fiabilidad del sistema y a mantener la generación durante las perturbaciones.

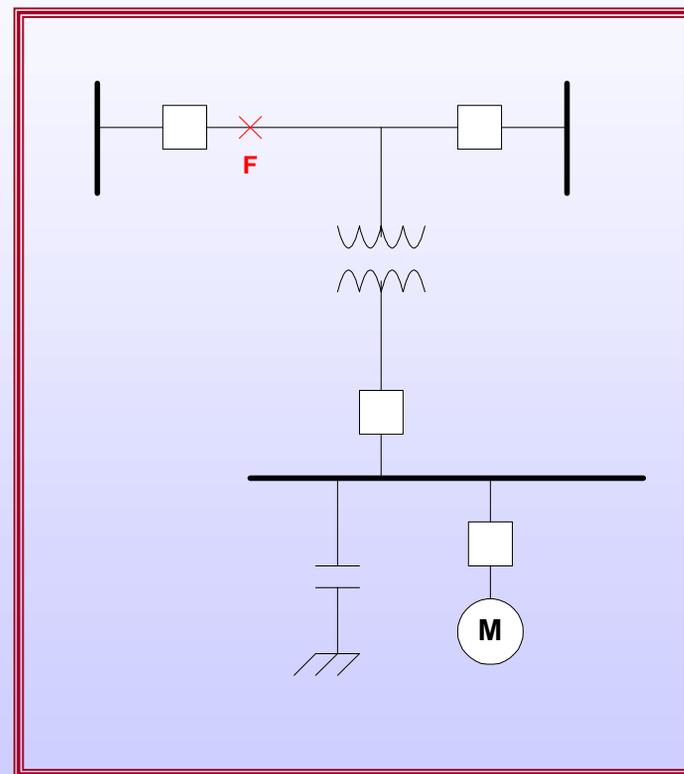
Líneas con transformadores

- ▶ Cuando un transformador está sujeto al paso de una gran corriente de falta \Rightarrow se producen importantes esfuerzos internos en los devanados y entre ellos \Rightarrow provocan un movimiento.
- ▶ Si este movimiento se produce de forma repetitiva \Rightarrow pueden ocasionarse daños en alguno de los devanados \Rightarrow Para minimizar la posibilidad de aparición de estos daños se puede optar por restringir el número de reenganches. Es práctica habitual no reenergizar el transformador hasta que la unidad no ha sido inspeccionada.
- ▶ Si se quieren permitir reenganches con faltas externas al trafo se puede usar la protección diferencial del transformador para enviar una señal de disparo transferido al interruptor remoto y bloquear su reenganche automático.



Líneas con Condensadores

- ▶ La energización y desenergización de los bancos de condensadores en paralelo pueden producir \Rightarrow fuertes transitorios y sobretensiones \Rightarrow debe tenerse en cuenta al aplicar reenganche automático en las proximidades de un banco
- ▶ Cuando hay motores:
 - \Rightarrow Al perder la alimentación la línea su banco de condensadores tiende a mantener la tensión más tiempo que si no estuviera en servicio.
 - \Rightarrow Esto puede afectar al tiempo de caída de la tensión en el motor.
 - \Rightarrow Es necesario incrementar el tiempo de reenganche o bien usar supervisión de voltaje.



Líneas con seccionadores

- ▶ Seccionador ⇒
 - ↪ Mecanismo de aislamiento entre circuitos que no posee poder de corte
 - ↪ Abre mientras la línea está desenergizada ⇒ el tiempo del reenganchador debe ser superior al tiempo de apertura del seccionador.
- ▶ Usando esquemas de seccionadores ⇒ se puede aislar una falta permanente manteniendo el suministro a las cargas
- ▶ **Funcionamiento:**
 - ↪ Cuando detecta el paso de una falta incrementa un contador.
 - ↪ La protección/reenganchador que se encuentra aguas arriba dispara y reengancha
 - ↪ Si la falta no se ha despejado continuará el ciclo disparo-cierre.
 - ↪ El seccionador cuenta el n^o de faltas detectadas dentro del llamado tiempo de reset.
 - ↪ Si supera su ajuste ha de abrir el circuito, durante el tiempo de reenganche en que no hay intensidad ni tensión en la línea.

Retraso del reenganche para cogeneración.

- ▶ En la operación del reenganchador en las inmediaciones de instalaciones de cogeneración \Rightarrow se evita realizar un recierre mientras no se desconecten dichas instalaciones
- ▶ Puede interesar retrasar el reenganche hasta que se de señal de ausencia de tensión.
- ▶ Si al cabo de un tiempo no llega esta señal se va a disparo definitivo

- ▶ Varios de los equipos de Team Arteche incorporan el automatismo reenganchador:



PL300



PL70



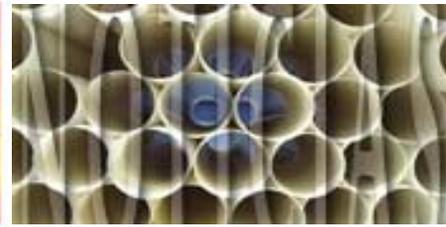
PZ1000

▶ Características del reenganchador de T&A

- ↩ Hasta 4 reenganches.
- ↩ Tiempos de enganche diferenciados para faltas entre fases y faltas a tierra.
- ↩ Tiempo de seguridad programable tras cierre manual y tras enganche automático.
- ↩ Los 5 contadores de números de enganches (total, primeros, segundos, terceros y cuartos enganches) se almacenan en memoria no volátil y se pueden visualizar en el display. Estos contadores se pueden poner a 0 por teclado.
- ↩ Ante una falta permanente de baja intensidad que produzca disparos una vez transcurrido el tiempo de seguridad ⇒ Para evitar que en ese caso todos los reenganches sean primeros reenganches y no se llegue nunca a Disparo definitivo ⇒ el tiempo de seguridad se prolonga automáticamente si durante él hay un arranque, hasta que recaiga o se llegue a disparo.

▶ **Características del reenganchador de T&A**

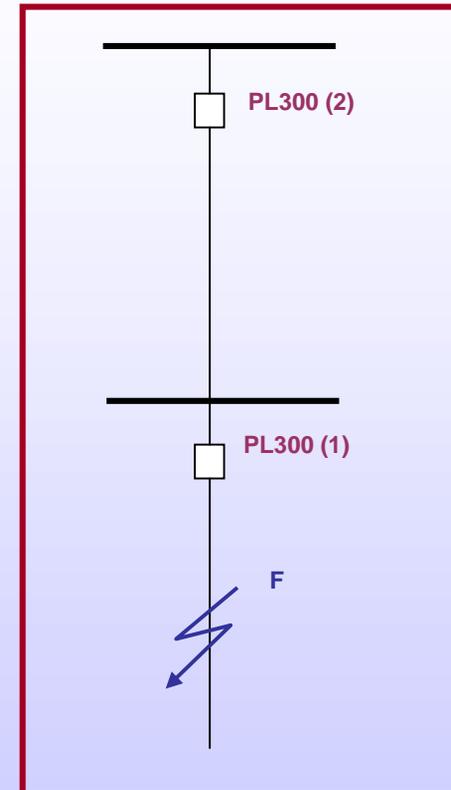
- ↪ **Reenganche tras disparo por frecuencia mínima**
- ↪ Tras un disparo por frecuencia mínima, el equipo, si está habilitada esta función y no está bloqueada, sólo intenta un reenganche.
- ↪ Al producirse el disparo se entra en ciclo en curso y se espera el tiempo de enganche programado; en ese momento, si la condición de frecuencia mínima está a "NO" o si la frecuencia es superior a la mínima programada, se da orden de cierre al interruptor. Si la condición de frecuencia mínima está a "SI" y no se cumple, se va a disparo definitivo.
- ↪ Tras el cierre hay un tiempo de seguridad; si en ese tiempo se produce un nuevo disparo por baja frecuencia, se va a disparo definitivo.
- ↪ La puesta del reenganchador fuera de servicio por comando o por bloqueo por entrada digital afecta tanto a esta forma de funcionamiento como a la de disparo por intensidad.



Coordinación de secuencia

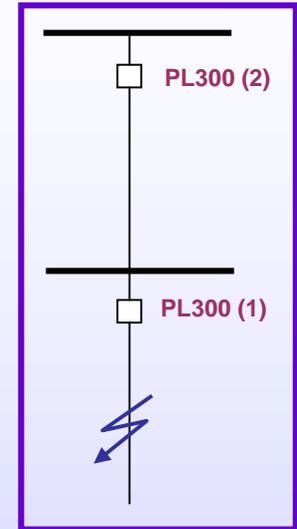
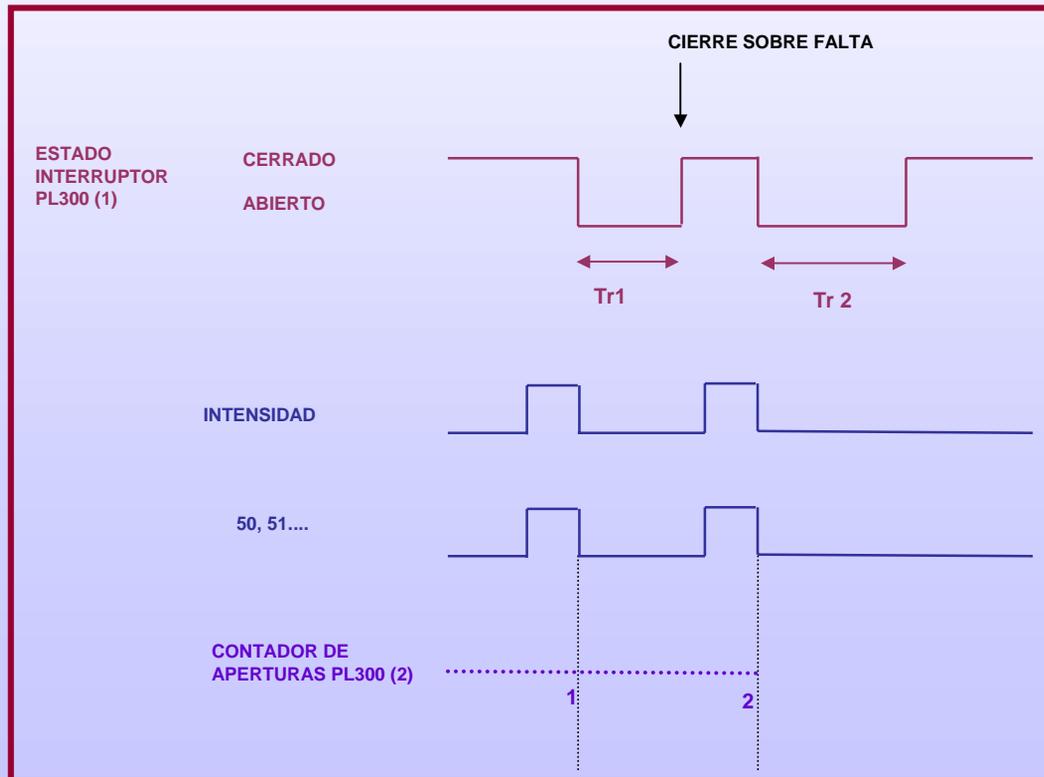
Coordinación de secuencia I

- ▶ **Objetivo** ⇒ En un Sistema con reenganchadores instalados tal y como se indica en la siguiente figura ⇒ **coordinación de secuencia** ⇒ Evita que el reenganchador situado aguas arriba (PL300 (2)) despeje la falta que debería ser despejada por PL300 (1)
- ▶ **Funcionamiento** ⇒ el Reenganchador situado aguas arriba avanza a lo largo de la secuencia de reenganches cuando ve una falta que está siendo interrumpida por otro reenganchador situado corriente abajo, aunque él mismo no llegue a producir disparos de su interruptor.



Coordinación de secuencia II

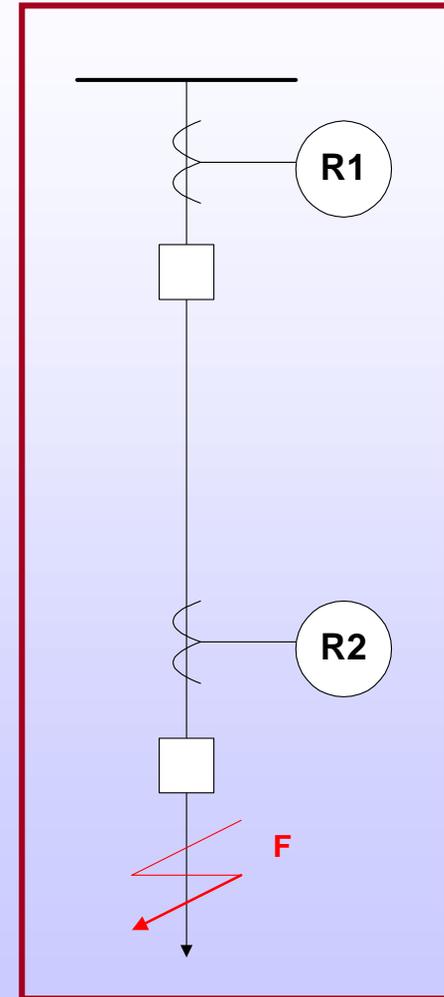
- ▶ Para ello \Rightarrow el reenganchador entrará en ciclo en Curso al detectar un *arranque seguido de una recaída* de la protección y a partir de ese momento contará (a efectos del ciclo) las interrupciones de corriente como disparos propios, y las reposiciones de corriente como enganches propios.



▶ Ejemplo de problema de descoordinación posible:

En el esquema de “fuse saving” (1º 50, 2º y 3º 51)

- ↪ El primer disparo aguas abajo es rápido con reenganche
- ↪ El relé aguas arriba no llega a disparar y por tanto no reengancha
- ↪ Si R2 reengancha sobre falta pasa a funcionar con tiempo largo \Rightarrow puede disparar R1 en instantáneo \Rightarrow Descoordinación

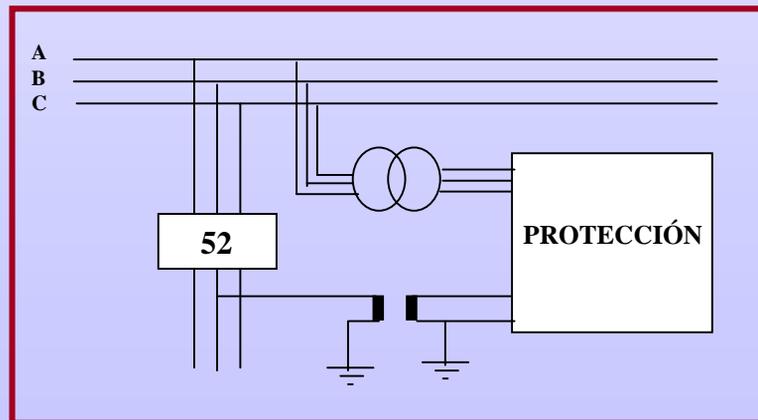


- ▶ **La función de coordinación de secuencia solo dispone de ajuste de habilitación.**
- ▶ **En caso de estar habilitada la función, habrá que tener en cuenta que el tiempo de reenganche de los reenganchadores situados aguas arriba debe de ser un poco menor que los de aguas abajo (≈ 50 ms) para dar tiempo al interruptor situado aguas abajo a cerrar y de este modo poder seguir su secuencia.**



Syncrocheck y Acoplamiento de redes

- ▶ **Función** ⇒ Asegura que la estabilidad del Sistema no sea dañado ante el reenganche de una línea, supervisando el cierre de un interruptor.
 - ↪ La función permite asegurar antes del cierre del interruptor que ⇒ los dos segmentos de sistema están ya unidos a través de otro camino ó que los dos segmentos están prácticamente en sincronismo
- ▶ La función da permiso de cierre cuando el ángulo, frecuencia y la magnitud de ambas tensiones cumplen unas condiciones prefijadas.
- ▶ Para ello ⇒ La función compara las señales de tensión a ambos lados del interruptor.



Funcionamiento del automatismo de **syncocheck** en equipos de **Team Artech**

- ▶ La función **syncocheck** condiciona el cierre del interruptor al cumplimiento de las condiciones establecidas por ajuste.
- ▶ Esta función puede ser deshabilitada \Rightarrow siempre habrá permiso de cierre.
- ▶ Las **condiciones** para que haya **permiso de cierre** son de **dos tipos**:
 - \Rightarrow Permiso por subtensión.
 - \Rightarrow Permiso por sincronismo.
- ▶ **Permiso de cierre** \Rightarrow Se da permiso si no hay tensión en uno o ambos lados del interruptor, de acuerdo con los siguientes ajustes:
 - \Rightarrow permiso si no hay tensión ni en A ni en B
 - \Rightarrow permiso si no hay tensión en A pero sí en B
 - \Rightarrow permiso si no hay tensión en B pero sí en A
 - \Rightarrow permiso si no hay tensión o en A o en B.
- ▶ Se considera que no hay tensión en un lado del interruptor cuando la tensión medida es inferior al valor programado.

En caso de haber tensión en ambos lados la función que actúa es \Rightarrow

- ▶ **Permiso de cierre** \Rightarrow Se da permiso si no hay tensión en uno o ambos lados del interruptor, de acuerdo con los siguientes ajustes:
 - ↪ diferencia entre VA y VB menor que el valor programado
 - ↪ diferencia en ángulos de fase menor que el valor programado
 - ↪ diferencia en frecuencias menor que el valor programado

Cada una de estas tres condiciones puede o no estar habilitada.

En algunos equipos de Team Artech (PZ1000, PL300FI) la condición de permiso de cierre tiene en cuenta el **tiempo de cierre del interruptor**

- ▶ Tiempo de cierre del interruptor \Rightarrow ajustado a 0 \Rightarrow Actuaría como previamente se ha indicado
- ▶ Tiempo de cierre del interruptor \Rightarrow ajustado distinto a 0 \Rightarrow se tendrá en cuenta el deslizamiento de la frecuencia para compensar el tiempo de cierre del interruptor.

Si se tiene en cuenta el deslizamiento de la frecuencia para compensar el tiempo de cierre del interruptor:

- ▶ La diferencia de ángulos se calcula teniendo en cuenta la diferencia de frecuencias entre las dos tensiones y el tiempo de cierre del interruptor.

$$\text{DifAngulo} = |(\text{angVb} - \text{angVa}) + (\text{fb} - \text{fa})[\text{Ciclos} \cdot \text{seg}^{-1}] \cdot \text{TpoCierre}[\text{ciclos}] \cdot (1/\text{freq})[\text{seg} \cdot \text{ciclos}^{-1}] - 360 [^\circ \cdot \text{ciclos}^{-1}]|$$

- ↪ Si esta diferencia de ángulos se decremента la condición para dar permiso será:

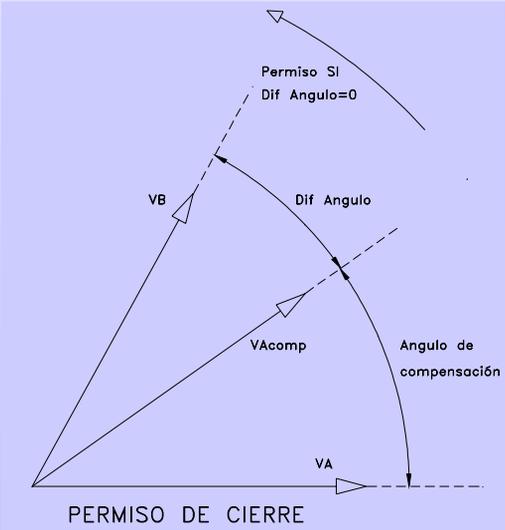
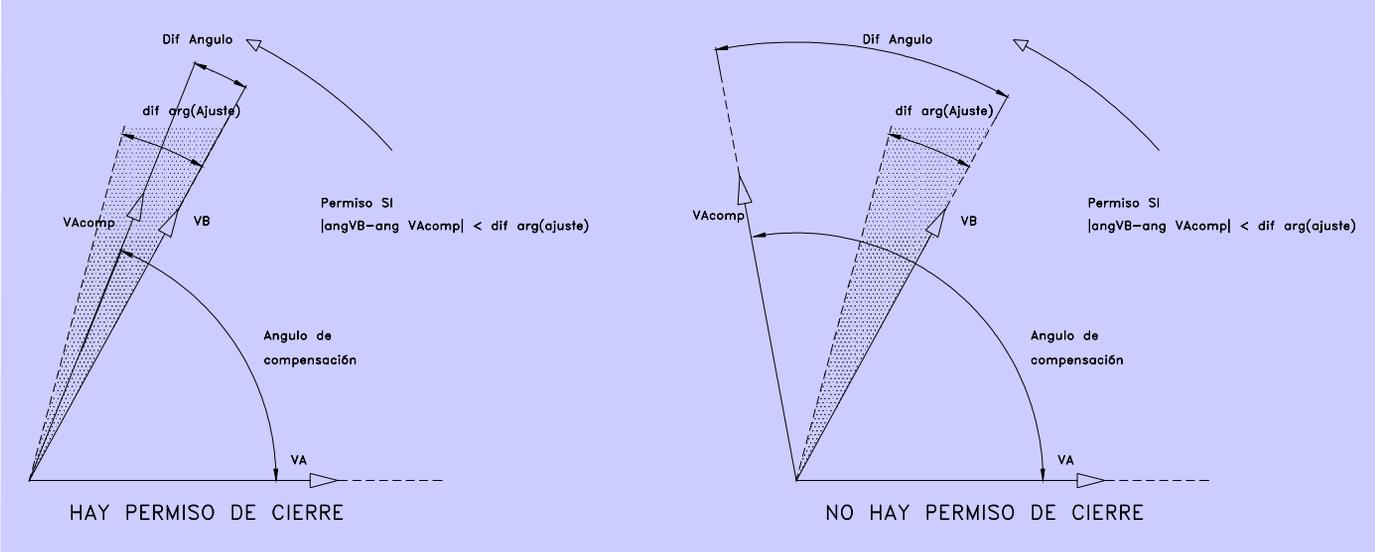
$$\text{Dif Angulo} = 0$$

- ↪ En caso de que la diferencia de ángulos se esté incrementando se deberá cumplir:

$$\text{Dif Angulo} < \text{dif arg (Ajuste)}$$

Tanto si Dif Angulo se incrementa o se decremента \Rightarrow se deberá cumplir que la diferencia entre VA y VB sea menor que el valor programado y la diferencia en frecuencias menor que el valor programado

Synchrocheck V



Diferencia de ángulos decrementándose

Diferencia de ángulos incrementándose

El equipo PI300FI de Team Arteché incorpora el automatismo de acoplamiento:

Para arrancar la función debe cumplirse:

- ▶ Estar habilitada la función
- ▶ Recibir una orden de cierre manual. (No de reenganche).
- ▶ Que haya presencia de tensión en ambos lados del interruptor
- ▶ Una vez que arranca \Rightarrow se inicia un contador de tiempo durante el cual la función intentará dar orden de cierre si se cumplen las condiciones establecidas \Rightarrow Si se da orden de cierre o, al cabo de un tiempo no se han dado las condiciones de cierre pasa a estado NO SELECCIONADO.
- ▶ **Modo bucle**
 - ↪ Se activa si hay presencia de tensión y la diferencia de frecuencias es inferior al ajuste.
 - ↪ En este caso se activa la orden de cierre si se cumplen las condiciones de sincronismo.
 - ↪ Una vez dada la orden de cierre se desactiva la selección del acoplamiento.

► Modo acoplamiento

Si hay presencia de tensión y la diferencia de frecuencias es superior a un ajuste se da orden de cierre si

- ↪ La diferencia de frecuencias, tensiones y ángulos están en márgenes
- ↪ La diferencia de ángulos se calcula teniendo en cuenta la diferencia de frecuencias entre las dos tensiones y el tiempo de cierre del interruptor (ajuste).

$$\text{Dif Angulo} = (\text{angVb} - \text{angVa}) + (f_b - f_a) \cdot T_{\text{poCierre}} \cdot 360$$

- ↪ Si esta diferencia de ángulos se decrementa la condición para dar permiso será $\Rightarrow \text{Dif Angulo} = 0$
- ↪ En caso de que la diferencia de ángulos se esté incrementando se vigila la condición de diferencia de ángulos la orden de cierre se desactiva la selección del acoplamiento.
- ↪ Tanto si Dif Angulo se incrementa o se decrementa se deberá cumplir que la diferencia de ángulos en el momento del cierre sea inferior a 4° .

Analizaremos como actúa antes diferentes ordenes de cierre:

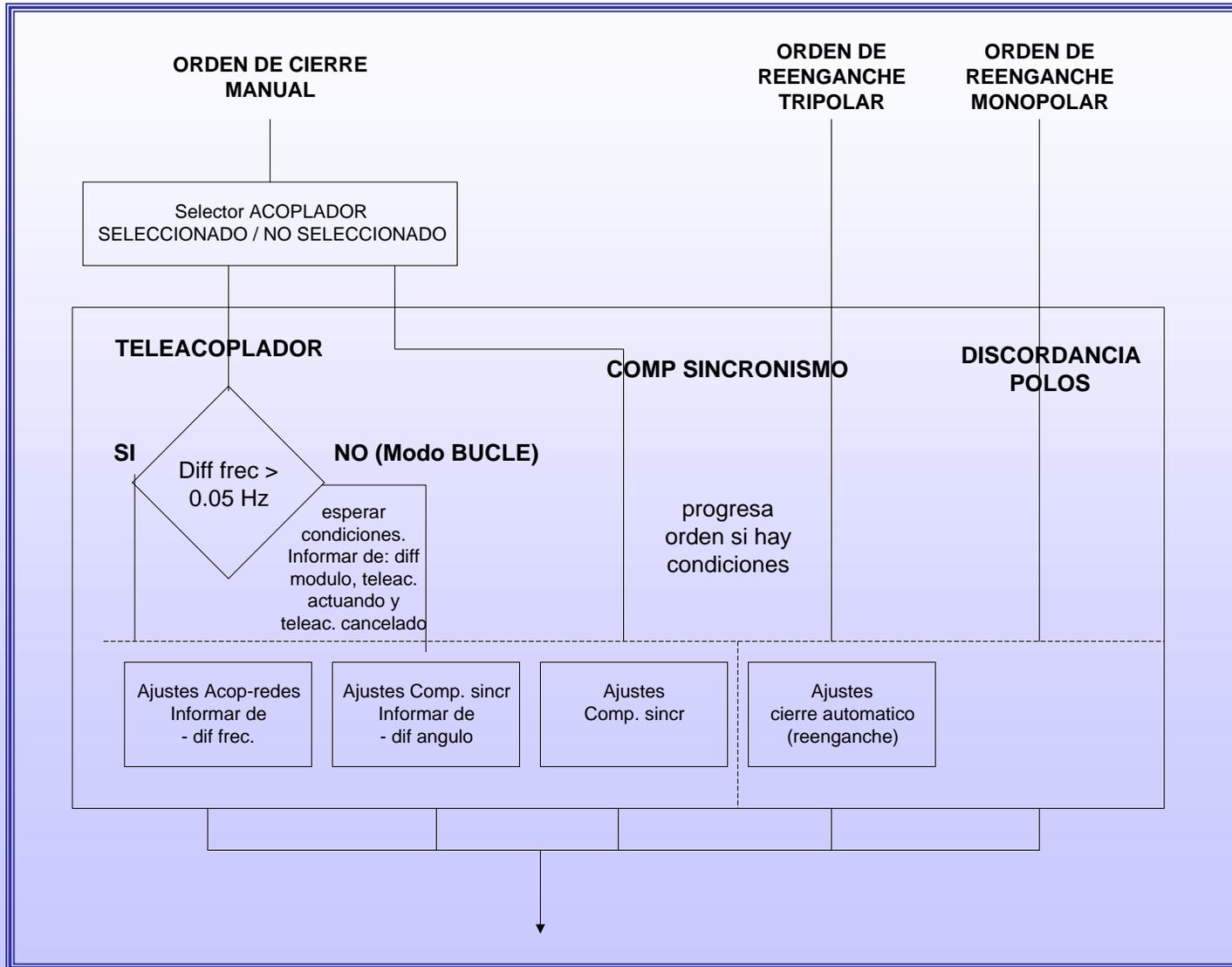
▶ Orden de cierre manual

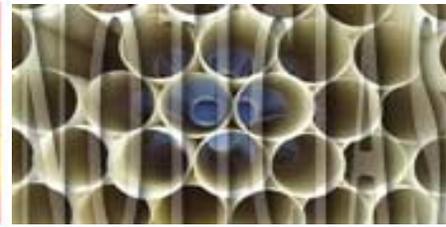
- ↪ Si hay presencia de tensión \Rightarrow Las ordenes de cierre manual se supervisan por sincronismo mientras dura la orden o, por acoplamiento de redes
- ↪ En ausencia de tensión en algunos de los lados \Rightarrow el sincronismo permite cierre en función del ajuste de las unidades de tensión para cierre manual.
 - ▶ Si está habilitado el acoplamiento de redes \Rightarrow actuará según tal

▶ Orden de reenganche

- ↪ Si hay un solo polo abierto \Rightarrow se da orden de cierre instantáneamente.
- ↪ Si están abiertos los tres polos \Rightarrow se supervisa por sincronismo mientras dura la orden y hay presencia de tensión.
- ↪ En ausencia de tensión en alguno de los lados \Rightarrow el sincronismo permite cierre en función del ajuste de las unidades de tensión para reenganche trifásico
- ↪ Si el relé ha disparado por discordancia de polos o ha transcurrido el tiempo de apertura definitiva tras apertura trifásica \Rightarrow no se reengancha.

Acoplamiento de redes IV





Otros automatismos

▶ Muelles destensados

- ↪ El equipo vigila el estado de una entrada denominada “muelles destensados”
⇒ Si esta entrada permanece activa durante un tiempo superior al programado en el ajuste “tiempo de tensado” genera la salida “apertura motor de muelles”, que el usuario utiliza para dispara el automático de alimentación del motor de tensado de muelles.
- ↪ Si antes de transcurrir el tiempo se desactiva la entrada, se quita ese bloqueo
- ↪ Si se acaba la temporización sin que haya abierto, se activa la salida "apertura motor de muelles".

▶ Presencia de tensión

- ↪ No es propiamente un automatismo, sino una señal de control.
- ↪ Para dar la señal de control de "presencia de tensión" (1, presencia, 0 ausencia) se mira si la tensión compuesta media está dentro de unos valores determinados

▶ **Bloqueos**

- ↪ Bloqueo de apertura. No se dará orden de apertura por comando, entrada o pulsador si se ve el interruptor como abierto
- ↪ Bloqueo de cierre. No se dará orden de cierre por comando, entrada, pulsador ni reenganchador si se ve el interruptor como cerrado.

▶ **Funcion 86 ⇒ Bloqueo de cierre de interruptor**

- ↪ Consiste en la activación de los relés programados con esta función cuando se produce un determinado disparo por diferencial (instantáneo o porcentual), para su utilización como bloqueo de los circuitos de cierre de los interruptores.

▶ **Bloqueo de las funciones de protección**

- ↪ Cada una de las funciones de protección pueden ser bloqueadas por una entrada digital o por una función lógica (combinación de entradas y/o señales de control).