



**XX SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
22 a 25 Novembro de 2009
Recife - PE

GRUPO V

**GRUPO DE ESTUDO DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO, CONTROLE
E AUTOMAÇÃO EM SISTEMAS DE POTÊNCIA – GPC**

**ESQUEMAS DE TELEPROTECCIÓN EN LÍNEAS DE ALTA Y EXTRAALTA TENSIÓN - ANÁLISIS Y
PROPUESTAS PARA EL INCREMENTO DE LA SEGURIDAD Y LA CONFIABILIDAD**

William Pabón Duarte
ISA – Interconexión Eléctrica S.A.¹

Diana Carolina Guerrero Molina
UPB – Universidad Pontificia Bolivariana²

RESUMO

El análisis del comportamiento de los Esquemas de Teleprotección ante los diferentes Tipos de Fallas que se presentan en el Sistema Eléctrico de Potencia permite identificar acciones a realizar para garantizar la confiabilidad y seguridad en el suministro del servicio. Los Esquemas de Teleprotección son un complemento de los Sistemas de Protección, acelerando los tiempos para el despeje de fallas en las líneas de transmisión, identificando adecuadamente el Elemento Fallado o Bloqueando la operación de los Sistemas de Protección cuando la falla no se encuentra en el radio de acción. Actualmente son diversos los Esquemas de Teleprotección utilizados en las diferentes empresas a nivel mundial, los cuales son seleccionados de forma particular para las necesidades de cada cliente o por estándares aprobados dentro de cada una de estas empresas. Cada Esquema tiene sus características particulares, que permite aplicarlos en determinados puntos del Sistema de Potencia. Pero un análisis histórico, permite demostrar que no son cien por ciento selectivos o fiables, por lo que en este trabajo se analiza detalladamente el comportamiento de cada esquema, ante diferentes tipos de falla, identificando sus puntos fuertes y proponiendo mejoras y acciones para lograr un Esquema confiable.

PALAVRAS-CHAVE

Esquemas de Teleprotección, Fallas en Sistemas de Potencia, Protección de Líneas de Alta Tensión, Canales de Comunicación.

1.0 - INTRODUÇÃO

Los Esquemas de Protección son usados para dar confiabilidad, selectividad y estabilidad a los Sistemas de Potencia ante un falla o disparo en cualquier punto de un línea de transmisión o en sus dos extremos, y así asegurar una apertura simultánea en los extremos de la línea, con el fin no solo de protegerla sino también garantizar la protección de los equipos de las Subestaciones de Generación, de Transmisión o de Distribución que se pueden ver afectadas ante la falla.

Los Esquemas de Teleprotección son usados para complementar la función de los Sistemas de Protección, acelerando los tiempos para el despeje de fallas en las líneas de transmisión, identificando adecuadamente el

¹ ISA – Calle 12 Sur 18 – 168, Medellín, Colombia. Teléfono: (57) – 4 3157992 – Email: wpabon@isa.com.co

² UPB – Circular 1ª 70-01, Campus Laureles, Medellín, Colombia. Teléfono (57) – 4 4159015 – Email: carolinagm@yahoo.com

Elemento Fallado o Bloqueando la operación de los Sistemas de Protección cuando la falla no se encuentra en el radio de acción. Cada uno de los Esquemas tiene sus características particulares, que permite aplicarlos en determinados puntos del Sistema de Potencia.

Pero un análisis histórico, permite demostrar que no son cien por ciento selectivos o fiables, por lo que en este trabajo se analiza detalladamente el comportamiento de cada esquema, ante diferentes tipos de falla, identificando sus puntos fuertes y proponiendo mejoras y acciones para lograr un Esquema confiable.

2.0 - COMPORTAMIENTO DE LOS ESQUEMAS DE TELEPROTECCION ANTE FALLAS EN EL SISTEMA DE POTENCIA

2.1 Comportamiento De Esquemas De Teleprotección Ante Falla Franca

Para una Falla Franca el esquema PUTT se comporta como se muestra en la Figura 1, el Relé Distancia de la Subestación B detecta la falla por Zona1, por lo cual envía Teleprotección al extremo remoto y dispara instantáneamente el interruptor de la Subestación B. En el extremo remoto, es decir, Subestación A, se recibe la señal de Teleprotección y se produce el disparo del Interruptor de la Subestación A, por Zona2 Acelerada.

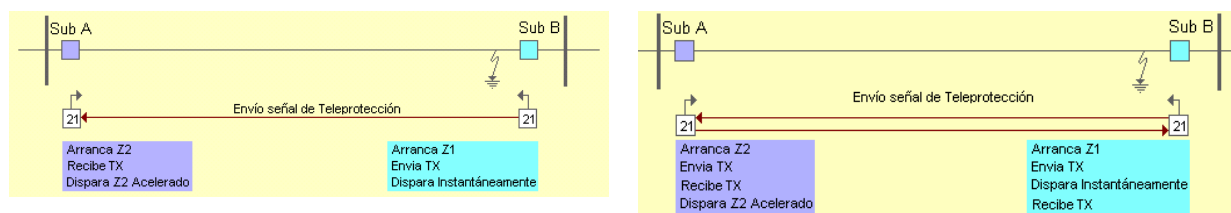


Figura 1 – Comportamiento de Esquemas PUTT y POTT ante Falla Franca

En el caso del esquema POTT se comporta como se muestra en la Figura 1, el Relé Distancia de la Subestación B detecta la falla por Zona1, por lo cual envía Teleprotección al extremo remoto y dispara instantáneamente el interruptor de la Subestación B. En el extremo remoto, es decir, Subestación A, se recibe la señal de Teleprotección y se produce el disparo del Interruptor de la Subestación A, por Zona2 Acelerada.

De lo anterior se puede decir que tanto el esquema PUTT y el POTT, responde de forma eficiente para el despeje de una Falla Franca en los Sistemas de Potencia, ya que solamente se disparan los interruptores asociados a la falla, en un tiempo de apertura inferior a los 100ms.

2.2 Comportamiento De Esquemas De Teleprotección Ante Falla De Alta Impedancia

Para una Falla de Alta Impedancia es posible que los esquemas PUTT y POTT no se comporten de la forma esperada (Envío Teleprotección), dependiendo del valor de la Impedancia de Falla.

Para el análisis del esquema PUTT se supondrá una Falla como la que se muestra en la Figura 2, suponiendo una Impedancia de Falla tal que la impedancia vista desde los dos extremos sea mayor, superando el ajuste de la Zona 1, haciendo que los Relés detecten la Falla en Zona2.

Tanto el Relé Distancia de la Subestación B como el de la Subestación A, no detectan la falla en Zona1, por lo cual ninguno de los dos envía Señal de Teleprotección al extremo remoto y ninguno de los interruptores locales se dispara. Al no recibir ningún de las terminales la señal de Teleprotección, no se produce disparo de los interruptores por aceleración de la Zona2.

El disparo tanto del interruptor de la Subestación A como de la Subestación B, se produce cuando se ha cumplido la temporización de la Zona 2 en sus respectivos Relés de Distancia.

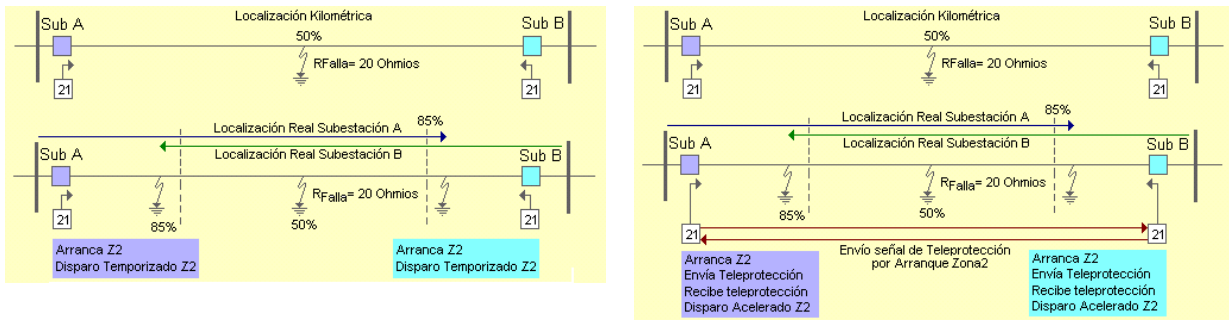


Figura 2 – Comportamiento de Esquemas PUTT y POTT ante Falla de Alta Impedancia

En el caso de POTT se supondrá una Falla como la que se muestra en la Figura 2, suponiendo una Impedancia de Falla tal que la impedancia vista desde los dos extremos sea mayor, superando el ajuste de la Zona 1, haciendo que los Relés detecten la Falla en Zona2. Tanto el Relé Distancia de la Subestación A como el de la Subestación B detectan la falla en Zona2, por lo cual disparan instantáneamente cada uno de los interruptores por aceleración de la Zona2.

Del análisis se puede decir que el esquema POTT, responde de forma eficiente para el despeje de una Falla de Alta Impedancia en los Sistemas de Potencia, ya que los interruptores asociados a la falla solamente se disparan en un tiempo inferior a 100ms.

Mientras que el Esquema PUTT, responde de forma poca eficiente para el despeje de una Falla de Alta Impedancia en los Sistemas de Potencia, ya que los interruptores asociados a la falla solamente se disparan después de 0.3s a 0.5s, según el tiempo de actuación que se haya programado. Es decir, que la falla no se aclara rápidamente, por lo cual se pierde la opción de iniciar el Recierre.

Para solucionar los inconvenientes en el caso del Esquema PUTT, se puede combinar el esquema con la función 67N en Comparación Direccional. Como el 67N detecta cualquier desbalance entre las fases y el neutro, desbalance que la protección distancia no detecta. El 67N complementa el esquema PUTT para la detección de fallas de alta impedancia cuando la falla esta en el 50% de la Línea de Transmisión.

2.3 Comportamiento De Esquemas De Teleprotección Ante Falla Franca En Líneas Paralelas

Para una Falla Franca en Líneas Paralelas el esquema PUTT se comporta como se muestra en la Figura 3, el Relé Distancia de la Subestación B detecta la falla en Zona1, por lo cual envía la Teleprotección al extremo remoto y se dispara instantáneamente el Interruptor de la Subestación B. En el extremo remoto, es decir, la Subestación A como se recibe la señal de Teleprotección, se produce el disparo del Interruptor por aceleración de la Zona2.

En la línea paralela a la falla, en la Subestación D la falla es detectada por la Zona Reversa, y la Subestación C la falla es detectada por la Zona2, pero en el momento en que se da la apertura del Interruptor de la Subestación B, los Relés tanto de las Subestaciones C y D ya no ven la falla.

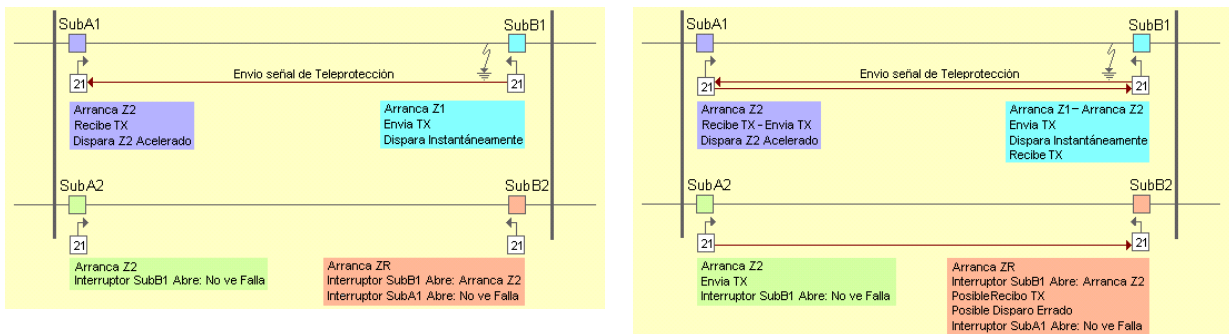


Figura 3 – Comportamiento de Esquemas PUTT y POTT ante Falla Franca en Circuitos Paralelos

Para una Falla Franca en Líneas Paralelas el esquema POTT se comporta como se muestra en la Figura 3, el Relé Distancia de la Subestación B detecta la falla en Zona1, por lo cual envía la Teleprotección al extremo remoto y se dispara instantáneamente el Interruptor de la Subestación B. En el extremo remoto, es decir, la Subestación A como se recibe la señal de Teleprotección, se produce el disparo del Interruptor por Aceleración de la Zona2.

En la línea paralela a la falla, en la Subestación D la falla es detectada por la Zona Reversa, recibe señal de Teleprotección y se podría dar un posible arranque por Zona2 de acuerdo con el alcance que se haya

parametrizado, por lo que se hace factible un posible Disparo Errado. En la Subestación C la falla es detectada por la Zona2, por lo cual envía señal de Teleprotección y a su vez recibe señal de Teleprotección, pero en el momento en que se da la apertura del Interruptor de la Subestación B, el Relé de la Subestación C ya no ven la falla.

Como conclusión se puede decir que el esquema PUTT, responde de forma eficiente para el despeje de una Falla Franca en Líneas Paralelas en los Sistemas de Potencia, ya que solamente se disparan los interruptores asociados a la falla, con un tiempo de apertura inferior a los 100ms.

Por su parte el Esquema POTT, responde de forma poca eficiente para el despeje del mismo tipo de falla, ya que al disparo de los interruptores asociados a la falla, se le puede sumar el disparo errado de por lo menos un interruptor de la línea paralela a la falla. Este disparo ocurre por problemas de inversión de flujos, ya que en un instante el Interruptor de la Subestación D ve la falla hacia atrás, y en otro instante la puede ver hacia delante, por los cambios topológicos del Sistema esto sucede cuando el Interruptor de la Subestación B se abre. La solución para esto es tener en líneas dobles el bloqueo habilitado por inversión de flujo, este bloqueo por inversión se bloquea por 20ms a 30ms para evitar que en el momento en reciba el flujo se dispare.

2.4 Comportamiento De Esquemas De Teleprotección Ante Falla Franca Simultánea En Líneas Paralelas

Para una Falla Franca en Líneas Paralelas en Fases Diferentes el esquema PUTT se comporta como se muestra en la Figura 4. Para la falla entre la Subestación A y la Subestación B, el Relé Distancia de la Subestación B detecta la falla en Zona1, por lo cual envía la Teleprotección al extremo remoto y se produce disparo monofásico instantáneo en el Interruptor de la Subestación B. Igual sucede en el caso de la falla entre la Subestación C y la Subestación D, el Relé Distancia de la Subestación D detecta la falla en Zona1, por lo cual envía la Teleprotección al extremo remoto y se produce disparo monofásico instantáneo en el Interruptor de la Subestación D.

En los extremos remotos, es decir, tanto en la Subestación A como en la Subestación C se recibe simultáneamente las dos señales de Teleprotección, tanto de la falla monofásica en A ocurrida entre las Subestaciones A y B, así como la falla monofásica en C entre las Subestaciones C y D. Por lo que los Interruptores de las Subestaciones A y C, dan apertura trifásica por Aceleración de Zona2.

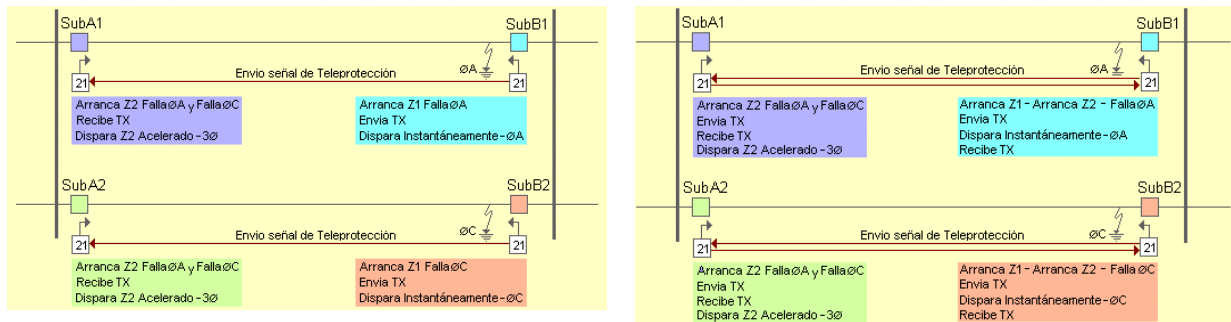


Figura 4 – Comportamiento de Esquemas PUTT y POTT ante Falla Franca Simultánea en Circuitos Paralelos

Para una Falla Franca en Líneas Paralelas en Fases Diferentes el esquema PUTT se comporta como se muestra en la Figura 4. Para la falla entre la Subestación A y la Subestación B, el Relé Distancia de la Subestación B detecta la falla en Zona1 y arranca también por Zona2, por lo cual envía la Teleprotección al extremo remoto y se produce disparo monofásico instantáneo en el Interruptor de la Subestación B. Igual sucede en el caso de la falla entre la Subestación C y la Subestación D, el Relé Distancia de la Subestación D detecta la falla en Zona1 y arranca también por Zona2, por lo cual envía la Teleprotección al extremo remoto y se produce disparo monofásico instantáneo en el Interruptor de la Subestación D.

En los extremos remotos, es decir, tanto en la Subestación A como en la Subestación C se recibe simultáneamente las dos señales de Teleprotección, tanto de la falla monofásica en A ocurrida entre las Subestaciones A y B, así como la falla monofásica en C entre las Subestaciones C y D. Por lo que los Interruptores de las Subestaciones A y C, dan apertura trifásica por Aceleración de Zona2.

Del análisis hecho se puede afirmar que tanto el esquema PUTT y POTT, responde de forma poca eficiente para el despeje de una Falla Simultanea en Líneas Paralelas en los Sistemas de Potencia, ya que si bien se disparan los interruptores asociados a la falla, la falla que es monofásica puede dar apertura trifásica en el Interruptor Remoto asociados a la falla, aunque si bien el tiempo de apertura de todos los interruptores sigue siendo inferior a los 100ms.

La razón por la que ocurre una apertura trifásica en lugar de una monofásica, se debe a el envío de las señales de falla sin identificación de fase por parte de los Relés de Distancia, una solución a este inconveniente es enviar una

señal identificando la fase fallada a los Relés, para que la Señal de Confirmación llegue se esperaría un intervalo de tiempo de por ejemplo 40ms.

2.5 Comportamiento De Esquemas De Teleprotección Ante Falla En El Canal De Comunicaciones

El Canal de Comunicaciones es la base para el funcionamiento de un Esquema de Teleprotección. Ante Falla de este Canal el Esquema de Teleprotección, queda inoperante por lo que se analizarán algunas estrategias a tomar para minimizar el impacto de esta falla en el Sistema de Potencia.

2.5.1 Esquemas Putt Y Pott

En los Esquemas PUTT y POTT, cuando se presenta una Pérdida del Canal de Comunicación no se puede Enviar o Recibir la Señal de Teleprotección, la cual es necesaria para Acelerar el Disparo de los Interruptores del Extremo Remoto, por lo que los interruptores operarían una vez se ha cumplido la temporización programada.

Una alternativa para aminorar el impacto de este Tipo de Falla, es la de programar en los Relés de Protección, que en caso de Pérdida del Canal de Teleprotección, se conmute a un Grupo de Ajustes Alternativo, en donde se disminuye la Temporización de la Zona 2. De esta forma, aunque se dan Disparos Temporizados se minimiza el tiempo en que la falla estará presente en el sistema.

2.5.2 Esquemas De Bloqueo Y Desbloqueo

En el caso de los Esquemas de Bloqueo y Desbloqueo, cuando se presenta Pérdida del Canal de Comunicación, no es posible Enviar o Recibir la Señal de Bloqueo o Desbloqueo, por lo que se podrían presentar Disparos Erróneos u Omisión de Disparos.

Una alternativa para aminorar el impacto de este Tipo de Falla, es la de programar en los Relés de Protección, que en caso de Pérdida del Canal de Teleprotección, se conmuten a un Grupo de Ajustes, así:

Para Esquemas de Bloqueo: Se conmute a un Grupo de Ajustes con Esquema de Zonas Temporizadas

Para Esquemas de Desbloqueo: Se conmute a un Grupo de Ajustes con Desbloqueo Temporizado, no dependiente del Canal.

En cualquiera de los casos estos Esquemas de Respaldo deben estar coordinados con las Protecciones del Área, para evitar disparos indeseados por descoordinación de protecciones.

2.5.3 Esquema De Disparo Directo Transferido

En el Esquema DUTT, cuando se presenta una Pérdida del Canal de Comunicación no es posible Enviar o Recibir el Disparo Directo Transferido, y dado que la funcionalidad más importante de este Esquema es garantizar el Disparo en el Extremo Remoto, la Falla en el Canal deja totalmente inhabilitado el Esquema.

Para mitigar estos problemas por falla en el Canal de Teleprotección, se acostumbra modificar los ajustes de la función relacionada, por ejemplo en la Función de Sobretensión (Una de las más utilizadas con este esquema) se diseña una lógica en la cual se tengan grupos de ajustes diferentes para la condición con canal y sin canal como se muestra en la Figura 5; si se tiene el canal de comunicaciones se programara el disparo cuando la tensión supere los 253kV, pero si no se tiene el canal de comunicaciones se bajará el límite de disparo a 250kV. También se podrían usar en lugar de valores constantes funciones en términos de porcentajes, por ejemplo el disparo al 110% de la tensión nominal si hay canal, y al 108% de la tensión nominal sino hay canal, incluyendo además un retardo al disparo. Aunque si bien esta opción podría ser viable se debe realizar estudios que evalúen y coordinen esos ajustes de emergencia, porque se puede comprometer la seguridad del sistema provocando disparos innecesarios.

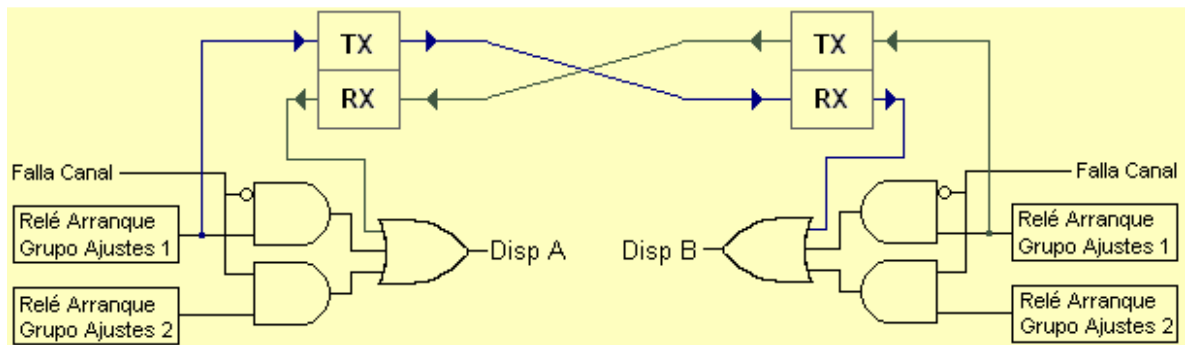


Figura 5 – Lógica DUTT Modificada por Falla en el Canal de Comunicaciones

En este Tipo de Esquemas de Teleprotección, una opción alterna ante la pérdida del Canal de Comunicaciones es la de contar con doble canal (Redundancia) aunque esta opción resulta ser más costosa, solo usada en casos especiales, por ejemplo en Líneas con Reactores Fijos (Sin Interruptor, conectados a la Línea de Transmisión a través de un Seccionador) para garantizar el Disparo Transferido ante la operación de Protecciones Mecánicas.

2.5.4 Esquemas De Teleprotección Por Plp

Un caso especial para analizar se tiene con aquellos Esquemas de Teleprotección que utilizan como Medio de Comunicación el PLP (Portadora por Línea de Potencia), el cual por utilizar la misma Línea de Transmisión, está sometido a interferencias y ruidos, que pueden generar operaciones incorrectas del Esquema, al interpretarse un ruido en el Canal como una Señal de Teleprotección.

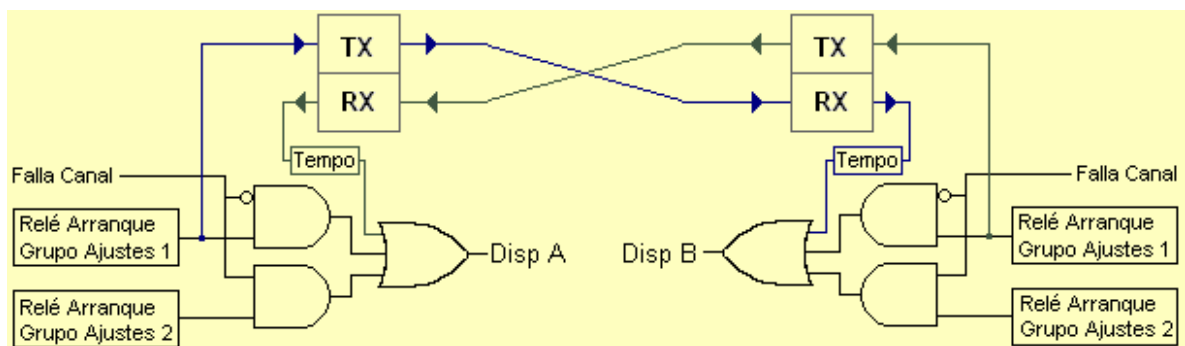


Figura 6 – Lógica DUTT Modificada Para Enlace PLP

Una alternativa para evitar este problema está en temporizar la Señal de Recibo, con un tiempo tal que se confirme que la señal recibida, corresponde realmente a una Señal de Teleprotección y no a un Ruido del Canal. En la Figura 6 se observa un ejemplo de aplicación, donde el Temporizador se puede programar en un tiempo tal que filtre los ruidos del canal (15 a 20 ms, se puede obtener experimentalmente)

2.6 Esquemas De Teleprotección Recomendados

Luego de los análisis realizados se puede recomendar un Esquema Tipo de Teleprotección para Líneas de Transmisión, como se detalla a continuación:

- Líneas Sencillas: Protección Distancia con Esquema de POTT (Fallas Francas), Protección 67N en Comparación Direccional (Fallas de Alta Impedancia), Esquema de Disparo Directo para Fallas de 50BF (Falla Interruptor), 59 (Sobretensión), entre otros.
- Líneas Paralelas: Protección Distancia con Esquema de PUTT (Fallas Francas, evita el Riesgo de Disparo por Inversión de Flujo, se debe temporizar el Recibo para mejorar la selección de Fases ante falla simultánea en las líneas paralelas), Protección 67N en Comparación Direccional (Fallas de Alta Impedancia), Esquema de Disparo Directo para Fallas de 50BF (Falla Interruptor), 59 (Sobretensión), entre otros.
- Líneas Cortas: Protección 87L (La Protección Distancia solo se recomienda como respaldo y temporizada, debido a la complejidad para la coordinación de protecciones), Protección 67N en Comparación Direccional (Fallas de Alta Impedancia), Esquema de Disparo Directo para Fallas de 50BF (Falla Interruptor), 59 (Sobretensión), entre otros.

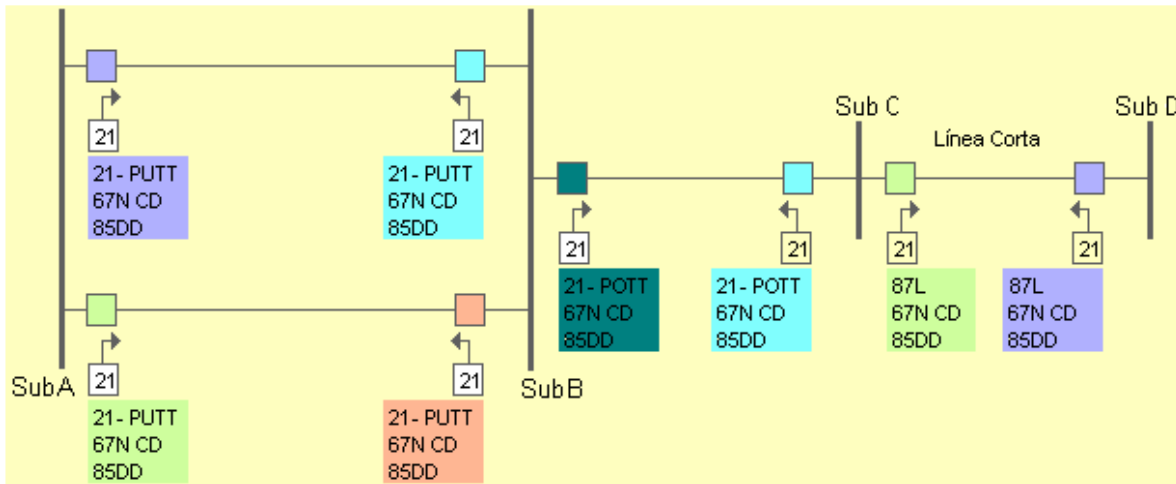


Figura 7 – Ejemplo de Esquemas de Teleprotección Recomendados

- Redes Radiales: En redes radiales como las de la Figura 7, se puede complementar con un Esquema de Bloqueo, pero este solo es recomendable si el Canal de Comunicaciones es confiable (Por ejemplo Fibra Óptica), ya que de lo contrario es preferible el esquema permisivo.

3.0 - CONCLUSÃO

Los Relés de Protección son utilizados para resguardar las Líneas de Transmisión de los diferentes Tipos de Fallas que se presentan en el Sistema de Potencia. Para mejorar el desempeño de estos Relés de Protección se hace necesario complementarlos con los Sistemas de Teleprotección, los cuales complementan el Esquema, haciéndolo más seguro y fiable para la operación, y limitando el número de equipos y usuarios desconectados ante una falla.

Los Tipos de Falla que se presentan en el Sistema de Potencia, afectan las variables eléctricas supervisadas desde los extremos de la Línea, de forma proporcional a su Localización Kilométrica (Real) a lo largo de la Línea. En términos generales, si la Falla es Franca (Impedancia de Falla cercana a Cero), el extremo más cercano a la misma se ve afectado en una mayor proporción que el extremo alejado (En mayor o menor grado dependiendo de la robustez del Sistema de Potencia en dicho punto).

Los Esquemas PUTT, POTT y ZA tienen como objetivo Enviar una Señal de Teleprotección para Acelerar el Disparo del Interruptor del Extremo Remoto; son configurados en Esquemas de Protección basados en Relés de Distancia y se diferencian por la Zona de Arranque utilizada para Enviar la Señal de Teleprotección.

Los Esquemas de DCB y DCU tienen como objetivo Enviar una Señal de Teleprotección que confirme que la falla es interna a la Línea Protegida y sea habilitado el Disparo del Interruptor del Extremo Remoto; son configurados en Esquemas de Protección basados en Relés de Desbalance de Corriente Direccional.

El Esquema DUTT se debe implementar en aquellos Equipos donde ante una falla del sistema se deba garantizar, no solo la apertura del Interruptor Local, sino también la apertura del Interruptor Remoto, por ejemplo en caso de Sobretensiones o de operación de Relés de Protección Mecánica en un Reactor de Línea Fijo.

Las Fallas de Alta Impedancia afectan la operación de los Sistemas de Protección, al hacer que la Localización de la misma por parte de los Relés, difiera de la Localización Kilométrica, al detectar una Impedancia de Falla más grande que la Impedancia Real al punto de la Falla.

Si bien los Esquemas de Teleprotección complementan a los Esquemas de Protección, se hace necesario implementar funciones complementarias que limiten las malas operaciones al momento de despejar los diferentes tipos de fallas. Entre las medidas que se puedan tomar se tienen: Modificar los Grupos de Ajuste por Falla en el Canal de Comunicación y temporizar la Señal de Teleprotección en casos donde el canal se vea sometido a interferencias, como en el caso de los PLP.

La escogencia del Esquema de Teleprotección a utilizar en un caso particular dependerá de las necesidades, la ubicación y la topología de la red. Se debe garantizar que los criterios de confiabilidad y seguridad de los Sistemas de Potencia se cumplan, de tal manera que se eviten la desconexión de usuarios o el colapso de la red

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) APLEIN INGENIEROS S.A. EQUIPOS Y SISTEMAS. En Protección y control, Teleprotecciones. [En línea]. Madrid (España). [2007]. < Disponible en: <http://www.apleiningenieros.com/diviele2.htm>>. [Consulta: 22 de octubre de 2007]
- (2) COES – Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional- Requerimientos Mínimos de Equipamiento para los Sistemas de Protección del SEIN. [En línea]. Lima (Perú). [2007]. < Disponible en: http://www.coes.org.pe/DATAWEB/2005/DEV/Proteccion/REQUERIMIENTOS/Req_Min_Equipamient_SEIN.pdf>. [Consulta: 2 de enero de 2008].
- (3) G. E. Alexander, J. G. Andrichak, GE. Protection & Control, Malvern, PA. Application of Phase and Ground Distance Relays to Three Terminals. [En línea]. Ontario (Canadá). [2007]. < Disponible en: <http://pm.geindustrial.com/faq/Documents/Alps/GER-3964.pdf>>. [Consulta: 2 de enero de 2008].
- (4) LOHAGE, L. Protection Systems Using Telecommunications. CIGRE SC 34 and SC 35. 1987.
- (5) MONTANÉ, Paulino Sangrá. Protecciones en las Instalaciones Eléctricas: Evolución y Perspectivas. [En línea]. Ed Marcombo. [1993]. < Disponible en: http://books.google.com/books?id=jIMNbBfi4LUC&pg=PA98&lpg=PA98&dq=teleprotecciones+electricas&source=web&ots=cja4wFJ_P9&sig=T_h6QCHys_9dD2sLe2RZN1R_CTU#PPP1,M1>. [Consulta: 20 de octubre de 2007]
- (6) Norma DGE - Terminología en Electricidad y Norma DGE - Símbolos Gráficos en Electricidad, Sección 23 Protección del Sistema Eléctrico. [En línea]. Lima (Perú). [2002]. < Disponible en: <http://www.minem.gob.pe/archivos/dge/legislacion/nor-simter/terminologia/TSeccion23.pdf>>. [Consulta: 2 de enero de 2008].
- (7) ORION 9. En Soluciones en Equipamentos. [En línea]. Buenos Aires (Argentina). [2007]. < Disponible en: <http://orion9.com/equipamiento.html>>. [Consulta: 20 de octubre de 2007]
- (8) Protección de Distancia. ZIV Protección y Control. [En línea]. Zamudio, Bizkaia (España). [2008]. < Disponible en: <http://www.zivpmasc.es/ziv/espec05.html>>. [Consulta: 2 de enero de 2008].
- (9) RENZO T, Amador. Protecciones Eléctricas. [En línea]. Bogotá (Colombia). [2007]. <Disponible en:>. [Consulta: 15 de Abril de 2008].
- (10) VÁSQUEZ R, Jorge Juan. Seminario en seguridad, riesgo, calidad y protecciones eléctricas - protección de líneas de transmisión. [En línea]. Medellín (Colombia). [2006]. < Disponible en: <http://www.unalmed.edu.co/eventosiem/presentaciones-pdf/UNALProteccionLineas-JJVR.pdf>>. [Consulta: 2 de enero de 2008].

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

William Pabón Duarte



Nacido en Bucaramanga, Colombia en 1974. Graduado en Ingeniería Electrónica en la Universidad del Valle (2006), con Diploma en Sistemas de Control de la Universidad Nacional de Colombia (2002). Labora en Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. desde 1995. Actualmente se desempeña como Analista de Operación del Centro de Supervisión y Maniobras.

Diana Carolina Guerrero Molina



Nacida en Ibagué, Colombia en 1981. Graduada de Ingeniería Electrónica en el año 2006 en la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, candidata al Título de Ingeniería Eléctrica de la misma Universidad en el año 2009.