



VII/CE-B5-02

La importancia de la Segregación de Fases en las Líneas de Transmisión con Reenganche Monopolar Automático

Modificaciones y Ensayos para la puesta en Servicio

João Gilberto R. Machado

Luis Rojas Cabrera

Clovis Renne Kerstner

Elvio Elías Agüero Franco

Alberto A. Cardozo Casco

Itaipu Binacional

Paraguay - Brasil

RESUMEN

La Central Hidroeléctrica de Itaipu, emprendimiento Binacional entre Brasil y Paraguay, dispone en la subestación de la Margen Derecha, de cuatro líneas de 220 kV que interconectan Itaipu al sistema eléctrico paraguayo. Dos de estas líneas se conectan a la Central de Acaray y las otras dos a la Estación de Carayaó de la ANDE, Paraguay. Estas cuatro líneas son las responsables por la transmisión de la energía generada en la Central de Itaipu y consumida en el sistema eléctrico paraguayo. Actualmente la Itaipu se encuentra en un proceso de actualización tecnológica, previéndose entre otras acciones la sustitución de las protecciones de las líneas de transmisión y en la conformación de una red de comunicación corporativa usando protocolo IEC-61850. Para este fin se están elaborando especificaciones con los requisitos técnicos necesarios para la adquisición de relés digitales de última generación, con los protocolos de comunicación universales, en reemplazo de los actuales (relés estáticos tipo LZ96-BBC y relés digitales de la serie REL521/REL511-ABB). Estos cambios tienen como objetivos, mejorar la confiabilidad y garantizar el suministro de energía al sistema eléctrico paraguayo, como previsión para una futura ampliación de la capacidad de transmisión de energía al Paraguay hacia fines del año 2007.

PALABRAS-CLAVES

Segregación de fases, reenganche automático, protección de líneas, relés digitales y protocolo de comunicación.

1. 0 - OBJETIVO

Presentar las modificaciones que fueron implantadas, en los esquemas de protecciones de fallas de los interruptores de la Línea LI-220kV- MD-CYO (Línea 3) y de la Línea LI-220kV- MD-IRY/CYO (Línea 4), que interconectan la Subestación de la Margen Derecha de la Hidroeléctrica de Itaipu con la Estación de Carayaó de la ANDE en territorio paraguayo. Los nuevos relés de corriente instalados en la Subestación de la Margen Derecha tienen segregación de fases, y por lo tanto, son compatibles con la filosofía de reenganches monopolares automáticos utilizados en Itaipu en las líneas de 220 kV. Con esto se desea

corregir las actuaciones incorrectas del esquema de falla de los interruptores y obtener reconexiones exitosas, las cuales no se lograban anteriormente debido a la incompatibilidad de los relés de corriente utilizados en el esquema de falla de los interruptores.

Figura 1

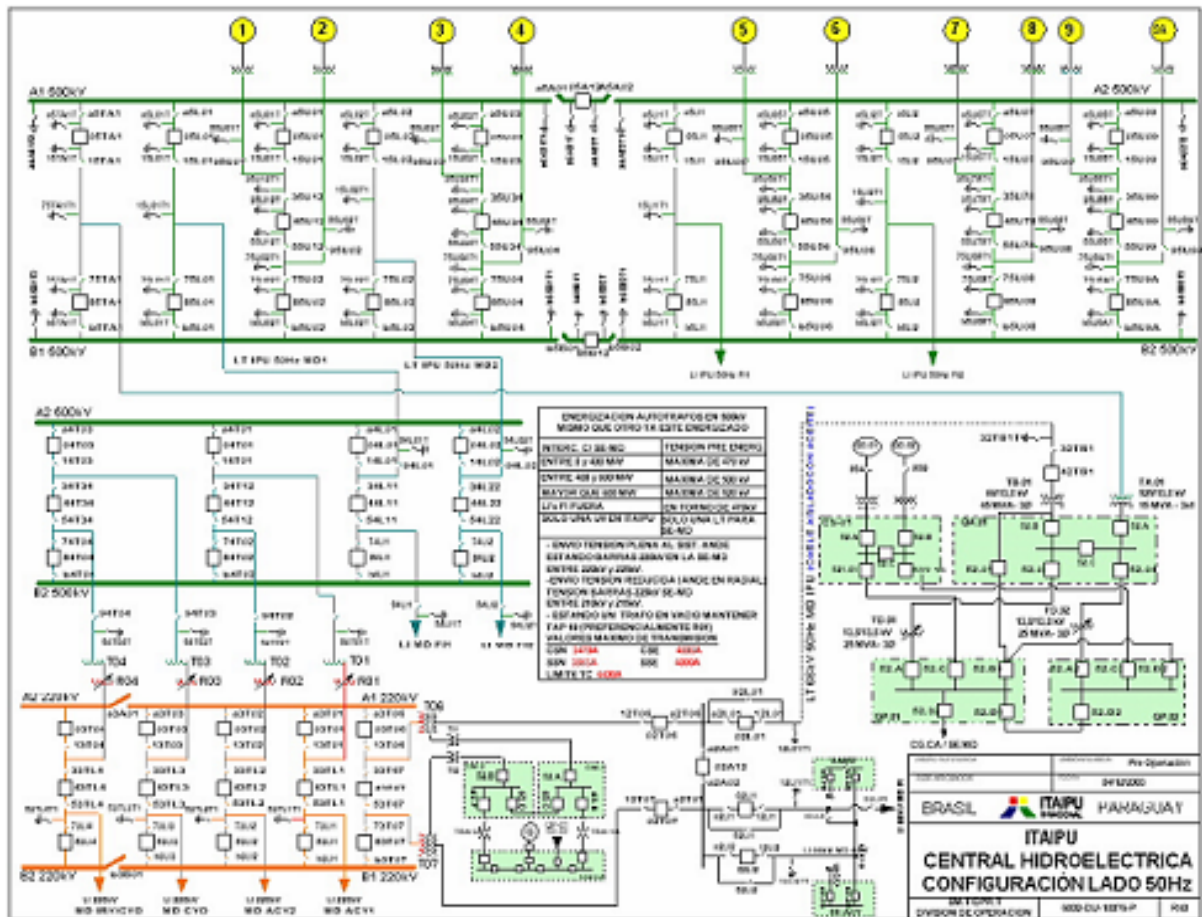
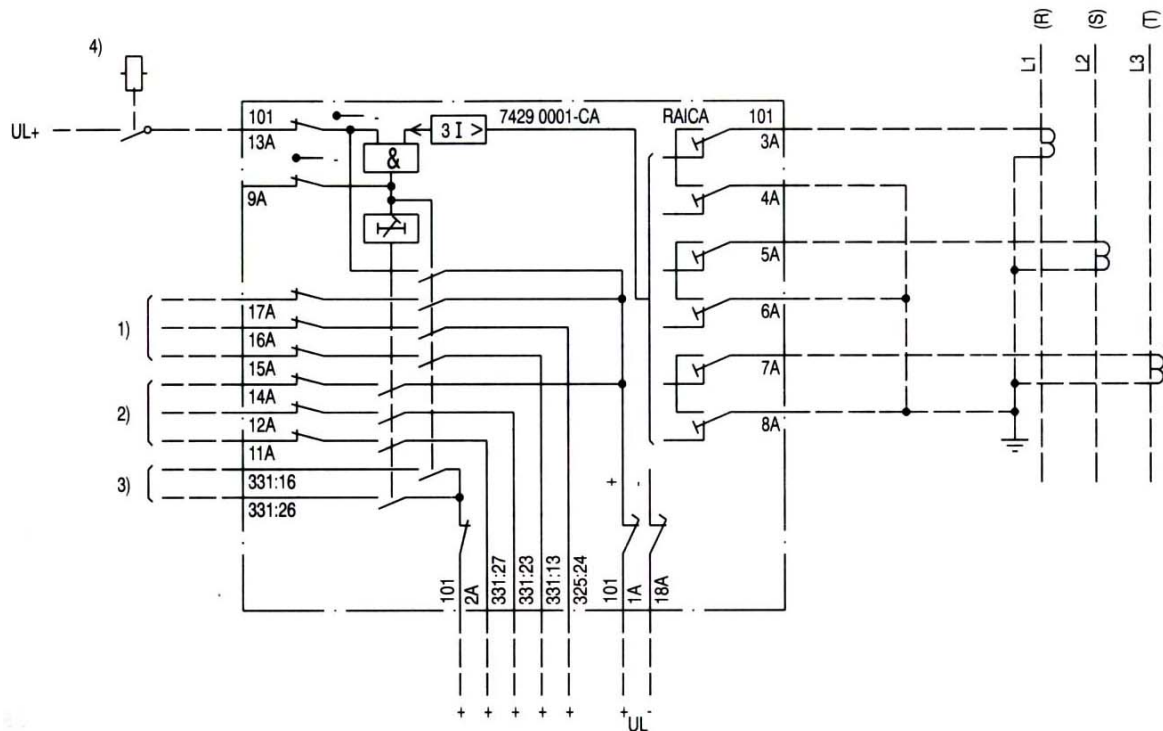


Fig. 1 Configuración de la Central Hidroeléctrica de Itaipu, lado 50 Hz

2.0 – HISTÓRICO

Las líneas de 220 kV que conectan la Subestación de la Margen Derecha en Itaipu con la Estación de Carayaó, originalmente equipados con relés de distancia estáticos del tipo LZ96, luego reemplazados por relés digitales de la serie REL521/REL511 y relés de corriente estáticos 50BF sin segregación de fases para la protección contra falla de los interruptores. Las protecciones primarias, alternativas y de falla de los interruptores fueron alojadas en un mismo tablero de protecciones. Posterior a la puesta en servicio del circuito de falla de los interruptores, el mismo presentó un desempeño deficiente durante las faltas monopolares en las líneas de transmisión, con actuaciones indebidas del circuito, impidiendo las reconexiones exitosas a través de los relés de reenganches automáticos conforme previsto en la concepción original del proyecto.

Figura 2



Fi

g. 2 Circuito de falla del interruptor con relés de corriente sin segregación de fases.

3.0 – ANALISIS

Registrada la primera actuación incorrecta del circuito de falla del interruptor, fue convocada una reunión para analizar el evento que ocasionó la operación del relé de bloqueo 86BF-83LI4 que corresponde a la Línea LI-220kV- MD-IRY/CYO (Línea 4) y adoptar las medidas correctivas necesarias. Inicialmente, se desconfió que el problema pudiera relacionarse a errores en el cableado interno del tablero de protección. Inmediatamente se inició la pesquisa para descubrir el origen de las actuaciones incorrectas del circuito de falla del interruptor. Se realizaron varios ensayos sin lograr resultados conclusivos al no encontrarse anomalías en el cableado del tablero. La primera medida adoptada fue aumentar la temporización del 62BF de 150ms a 200ms, al suponerse que el error pudiera originarse en las discrepancias en los tiempos de actuación del relé de

corriente del circuito de falla del interruptor o en la falta de simultaneidad de los contactos de los relés auxiliares. Al surgir una actuación similar del circuito, se decidió oscilografiar la actuación de todos los dispositivos que integran el circuito y verificar los tiempos de los contactos auxiliares del interruptor, simulando faltas monopolares aplicadas al relé de distancia con la caja de pruebas FREJA300.

3.1 – IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

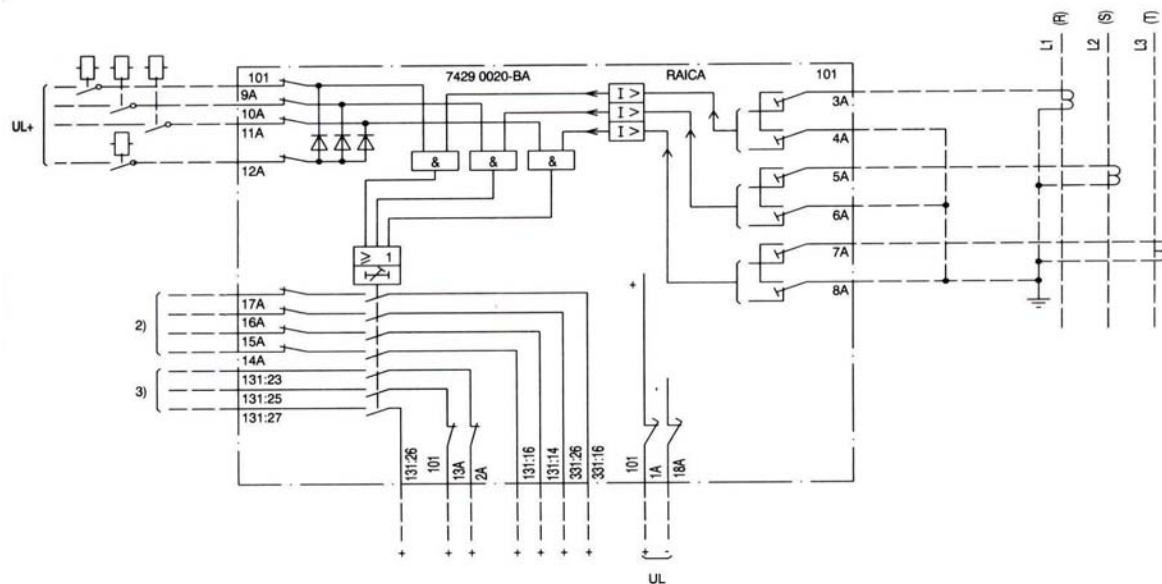
Las oscilografías permitieron constatar que los relés de distancia REL521/511 después de su operación, mantienen la señal de disparo por 150ms (tiempo fijo definido), independientemente del tiempo de duración de la falta. Es decir que, al sumarse los tiempos de duración de las faltas con el tiempo fijo definido del relé de distancia, eventualmente pueden ser mayores que el tiempo ajustado en el relé 62BF, lo que ocasionaban las actuaciones incorrectas. Con esto se identificó el problema; sin embargo aumentar la

temporización del relé 62BF no fue la solución definitiva y ocasionalmente podrían ocurrir otras actuaciones incorrectas dependiendo del tiempo de duración de la falta.

3.2. CONSIDERACIONES

La falta de segregación de las fases en el circuito de corriente de los relés de falla del interruptor (50BF), son incompatibles con la filosofía de reenganche monopolar adoptada por Itaipu en las líneas de 220 kV. También, se percibió que con la actuación de los relés de bloqueo de las barras y de las líneas (86BF-B1, 86 BF-83LI3 y 86-BF-83LI4) no se evitaba la actuación del relé de reconexión, debido a la ausencia de una señal de inhibición proveniente de los relés de bloqueos citados. Por esta razón se modificó el proyecto con la adopción de las siguientes acciones: sustitución de los relés de corriente 50BF por otros con segregación de fases; inhibición de la operación del relé de reenganche por actuación de los relés de bloqueos de la barra y de las líneas; inhibición del rearme (reset) del relé de bloqueo de la protección de barra (86BF-B1) estando actuados los bloqueos de las líneas (86BF-83LI3 o 86BF-83LI4). Todas estas consideraciones son válidas para los interruptores de las líneas (83LI4; 83LI3; 43TL3 y 43TL4), pues los dos últimos también pueden ser seleccionados para una eventual reconexión automática. En base al proyecto presentado y ejecutado se introdujeron otras mejorías como, el cableado interno de las unidades auxiliares de disparo (94P y 94A) con discriminación de los disparos por fases en ambas protecciones de distancia que actúan sobre el 62BF y sobre los relés de bloqueos (86BF-83LI3 u 83LI4). Se solicitó también que el proyecto definitivo contemple un cableado interno completo donde consten las conexiones para facilitar la instalación. De acuerdo con el proyecto, fue solicitada la adquisición de los nuevos relés de corriente especificados con segregación de fases.

Figura 3



F

ig. 3 Circuito de falla del interruptor con relés de corriente con segregación de fases.

4.0 - DECISIÓN

Por todo lo expuesto, se optó por reemplazar los actuales relés de corriente sin segregación de fases por otros relés con segregación de fases, además de modificar el proyecto y toda la lógica actual de disparo del esquema de falla de los interruptores. Después de la sustitución

fueron realizados varios ensayos para verificar el desempeño del nuevo esquema de falla del interruptor comprobándose la correcta discriminación de las fases y la inhibición del relé de reenganche automático con los relés de bloqueo de falla de los interruptores (86BF- 83LI3 u 86BF- 83LI4) actuados.

5.0 - CONCLUSION

La concepción actual del nuevo circuito de falla de interruptores permite afirmar, que los relés instalados en la Subestación de la Margen Derecha están en condiciones de proteger el sistema interconectado Itaipu-ANDE y aislar los problemas que puedan aparecer, de actuaciones correctas o incorrectas de los interruptores con fallas durante las perturbaciones en el sistema interconectado Itaipu-ANDE. En la etapa actual, es interesante resaltar las nuevas tecnologías de relés digitales existentes, por que ya se encuentran disponibles relés de falla de interruptores como una función opcional en los relés digitales con entradas para dos interruptores en configuraciones de interruptor y medio. Actualizar los esquemas de falla de interruptores existentes y sus acciones. Con esto se lograrán mejorías en el desempeño y facilidades en los análisis y en los procedimientos operacionales que puedan ser adoptados. Con la implantación de estas mejorías se podrán reducir las falsas actuaciones del esquema de falla de los interruptores, evitando de esta manera configuraciones críticas como las que ocurren actualmente. Además del riesgo inherente con las maniobras de los interruptores en carga durante los procedimientos para la recomposición del sistema, lo que reduce sensiblemente la confiabilidad del sistema interconectado ITAIPÚ-ANDE.

6.0 – BIBLIOGRAFIA

- [1] **Itaipu Binacional** Superintendencia de Mantenimiento División de Mantenimiento Electro-Eléctrico - Planillas de Inspecciones y Controles.
- [2] **Itaipu Binacional** División de Mantenimiento Electro-Eléctrico - Protecciones de Líneas - Instrucciones de Mantenimiento.
- [3] **Itaipu Binacional** División de Mantenimiento Electro-Eléctrico – Diagramas Funcionales