

Actuaciones de sistemas de protección en el año 2015 de la interconexión Itaipu - ANDE

Esteban F. Vargas C., Rui Jovita G. C. da Silva

Itaipu Binacional

Paraguay, Brasil

RESUMEN

El sector de 50Hz de la Central Hidroeléctrica ITAIPU provee energía eléctrica al Sistema Interconectado Nacional de Paraguay (SIN-PY), mediante cinco líneas de interconexión, y al Sistema Interconectado de Brasil (SIN-BR), a través de un sistema en corriente continua en alta tensión (HVDC) de propiedad de Furnas, ambos desde la Subestación Margen Derecha (SE-MD). Cuatro líneas, que alimentan al SIN-PY, poseen tensión nominal de 220kV y una de 500kV, la LI 500kV MD-VHA 1, entre la SE-MD y la Estación de Villa Hayes, ES-VHA.

En el sistema interconectado Itaipu/ANDE/Furnas, existen diversas funciones de protección habilitadas, como por ejemplo se pueden citar funciones como la diferencial, distancia, sobrecorriente de fase, sobrecorriente direccional residual, recierre automático, entre otras. En líneas de transmisión que interconectan dos empresas, como por ejemplo el caso de la Itaipu con la ANDE, es importante la interactividad entre los responsables por el análisis de desempeño de estos sistemas, en caso necesario proponer las mejores soluciones para el sistema. Esta interactividad ocurre en el ámbito de la Comisión Mixta de Operación, y para cuestiones de protección, en el grupo GE-03.

En el año 2015, ocurrieron perturbaciones en el sistema interconectado que resultaron en desconexiones no previstas de equipos, causando dificultades a la operación del sistema en tiempo real. El análisis de tales perturbaciones implicó en la necesidad de intercambio de informaciones sobre el desempeño de los sistemas de control y protección, algunas de las cuales no se encontraban más disponibles cuando fueron debatidas en el GE-03.

Este trabajo tiene como objetivo mostrar la importancia de la integración e intercambio de información para la evaluación del desempeño de los sistemas de protección y control, y como tales informaciones pueden contribuir para el mejor desempeño del sistema interconectado, y de forma particular, para el desempeño del sistema interconectado Itaipu/ANDE.

PALABRAS CLAVES

Perturbación, Información, Sistemas de Protección, interconexión, SIN-PY.



1 INTRODUCCION

La energía que pasa por la SE-MD, además de atender gran parte de la demanda del SIN-PY, también es la responsable por alimentar al sistema de corriente continua en alta tensión (HVDC) que, a su vez, transmite potencia al sistema interconectado nacional del Brasil (SIN-BR). El sector de 220kV de la SE-MD, posee configuración interruptor y medio, está formada por cuatro semi-barras; las barras A1-B1 se encuentran acopladas a las barras A2-B2 (cada grupo de semi-barras posee interruptores asociados a dos líneas de interconexión).

En los últimos años, el Sistema Interconectado Nacional de Paraguay (SIN-PY) viene pasando por constantes cambios en la red de transmisión. Cambios de configuración constituyen, por ejemplo, las líneas de interconexión entre la Subestación Margen Derecha (SE-MD) y la Estación de Carayao (ES-CYO), denominadas LI 220kV MD-IRY-CYO 1 y 2. Dichos ejemplos corresponden a entrada en operación de la línea de transmisión la Estación Itakyry (ES-IRY) y la Estación de Salto del Guaira (ES-SGA) denominada LT 220kV IRY-SGA, entrada en operación de la Subestación Parque Industrial Hernandarias (ES-PIH) y la Estación Vaquería (ES-VAQ).

Estos cambios en la configuración de la red, podrían tener implicancia en el desempeño de los sistemas de protección de los equipos asociados, debido a que generalmente son propuestos ajustes para una configuración específica.

En los días 12 y 21 de junio y 2 de julio de 2015, ocurrieron perturbaciones en el sistema interconectado que resultaron en desconexiones no previstas de equipos, desempeños de protecciones no esperados, causando dificultades a la operación del sistema en tiempo real. Como consecuencia de estos eventos, también se originaron reducciones de intercambio entre la Itaipu y ANDE.

Basado en estos eventos, Este trabajo tiene como objetivo mostrar la importancia de la integración e intercambio de informaciones para la evaluación del desempeño de los sistemas de protección y control, y como tales informaciones pueden contribuir para el mejor desempeño del sistema interconectado, y de forma particular, para el desempeño del sistema interconectado Itaipu/ANDE.

2 DÍA 12/06/2015 A LAS 2H51MIN

Ocurrió la desconexión automática de la línea LI 220kV MD-IRY-VAQ-CYO, en el terminal de la SE-MD, por la detección de un corto-circuito bifásico a tierra, en la línea, envolviendo las fases R y T. La línea permaneció energizada en el terminal de Carayaó. En el terminal de la SE-MD hubo señalización de actuación de la función 67N, por aceleración de zona debido a recepción de carrier, la señal de desbloqueo por comparación direccional. En el momento del evento la línea estaba transmitiendo 89,7MW y -29,2Mvar.

Se muestra en la Figura 1, la oscilografía de las magnitudes analógicas y digitales, correspondientes a la línea que fue desconectada.

XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016



- 1) Envío señal de carrier (POTT)
- 2) Recepción de señal de carrier (POTT)
- 3) Trip 83LI4
- 4) Trip 43TL4

Figura 1: Registro de la LI 220kV MD-IRY-VAQ-CYO

De la oscilografía se puede extraer lo siguiente:

- Ocurrió una falla bifásica – tierra, envolviendo las fases R y T del orden de 967A y 543A (valores RMS), respectivamente;
- Hubo envío de carrier y recepción de carrier del terminal remoto;
- Señalizó apertura de los interruptores 43TL3 y 83LI3, asociados a la línea en el terminal de la SE-MD;

Los secuenciadores de eventos de las protecciones primaria y alternativa se resumen a seguir:

- selección de fase direccional R, T, y neutro, indicando que la falla era al frente del terminal SE-MD, e identificándola como una falla bifásica – tierra;
- en ambos relés, hubo medición de zona 2 y zona 4 de la protección de distancia, primaria y alternada. No hubo medición de zona 1, por causa de que la falla estaba fuera de alcance de esa zona;
- envío de señal carrier para el terminal remoto, de la función de distancia – zona 2;
- detección de falla al frente, en la protección primaria, de la función 67N;
- disparo de la función 67N, por aceleración de zona debido a recepción de carrier asociada a la teleprotección;

De esa manera, con la detección de falla al frente y envío de señal de carrier desde las subestaciones SE-MD y ES-CYO, con señalización de disparo de la función 67N, de la protección primaria, se concluye que la falla fue observada por las protecciones de ambos terminales de la línea LI 220kV MD-IRY-CYO.

XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016

Pero la ANDE confirmó que la referida línea permaneció energizada en la ES-CYO. Se infiere que el terminal de la ES-CYO también recibió señal de carrier, y por esta razón la protección en dicho terminal debió actuar.

Además, el Despacho de Carga de la ANDE informó que, en el horario del evento, se produjo un cortocircuito a tierra en el transformador TR-5 (fase S), de la ES-IRY, que está localizada en derivación de la LI 220kV MD-IRY-CYO. Este cortocircuito fue eliminado por la actuación de la protección diferencial del mencionado transformador, abriendo los interruptores de la ES-IRY.

Como las protecciones de las subestaciones SE-MD y ES-CYO detectaron falta para frente de la línea, enviando las señales carrier para sus terminales remotos, y habiendo actuado la función 67N, por aceleración de zona por recepción de carrier, se puede concluir que la actuación de la protección, del terminal de la SE-MD fue correcta.

El análisis de la perturbación muestra que hubo recusa de actuación de las protecciones del terminal de la ES-CYO de la LI 220kV MD-IRY-CYO. La desconexión de la LI 220kV MD-IRY-CYO para cortocircuitos en los transformadores 220/66kV y en las líneas de 66kV que salen de la ES-IRY ocurre desde que la ES-IRY fue conectada en derivación en la LI 220kV MD-IRY-CYO, debido a que es posible la coordinación entre las protecciones de esos equipos. Tal recusa de actuación no fue esclarecida y, si fue resultante de defecto en la protecciones, pone en riesgo los equipos terminales de la línea y la integridad del sistema ANDE, con posibilidad de ocurre subtensiones temporarias has que actúen las protecciones en retaguarda. La conexión de la ES-IRY también fue responsable por la retirada del recierre automático de la línea.

3 DÍA 21/06/2015 A LAS 08H04MIN

Ocurrió desconexión automática de la línea LI MD-FI por actuación de la función diferencial de línea 87L, debido a cortocircuito monofásico en la fase S. La perturbación se reflejo en el sistema ANDE con la desconexión de los compensadores estáticos de San Lorenzo y Horqueta y también con la desconexión de los grupos 01 y 04 de la Central Hidroeléctrica de Acaray. La causa del cortocircuito no fue identificada.

El registro de la protección de la línea LI 500kV MD-VHA 1 en el terminal de la ES-VHA, se muestra en la Figura 2. Este registro confirma el arranque de la 2da zona de la función 21 durante 34ms en ese terminal, y el consecuente envío de señal de POTT hacia el terminal de la SE-MD.

XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016

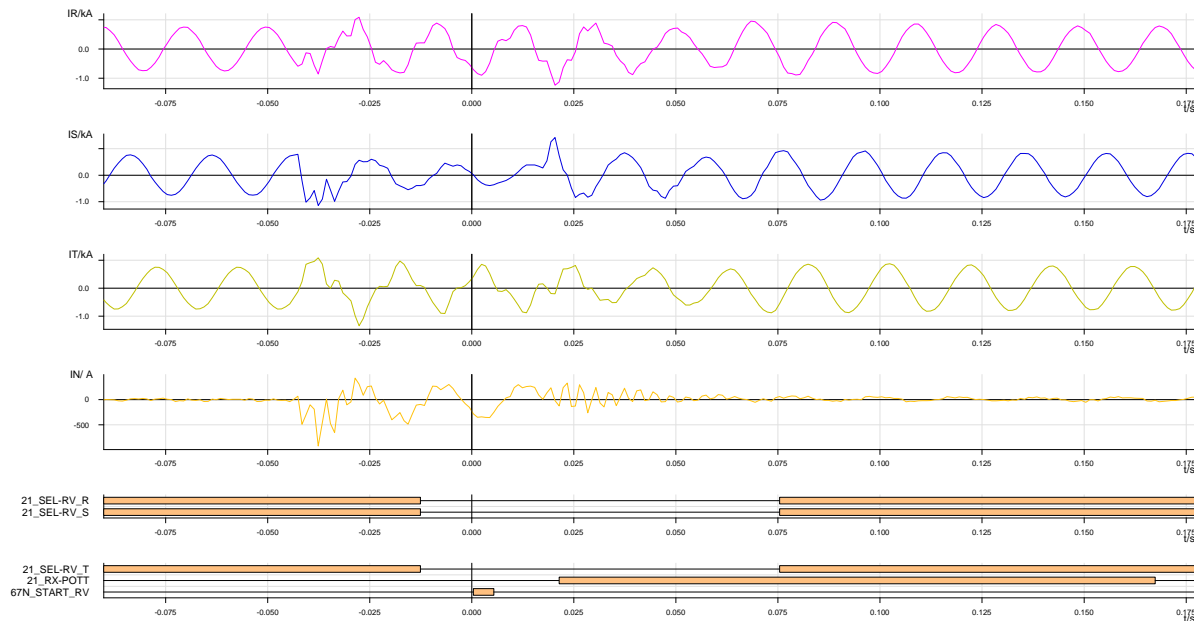


Figura 2: Registro de la LI 500kV MD-VHA 1

Verificando los valores de corriente y tensión, medidos por el IED en el momento de la falla, y por el cálculo de la impedancia medida, se verifica que fue correcto el arranque de la 2da zona de la función 21 en el terminal de la ES-VHA. El punto que merece destaque es que durante los ensayos de modelo de la protección, realizados en el LASSE, no hubo arranque de la 2da zona de la función 21 en el terminal de la ES-VHA para fallas externas a la línea.

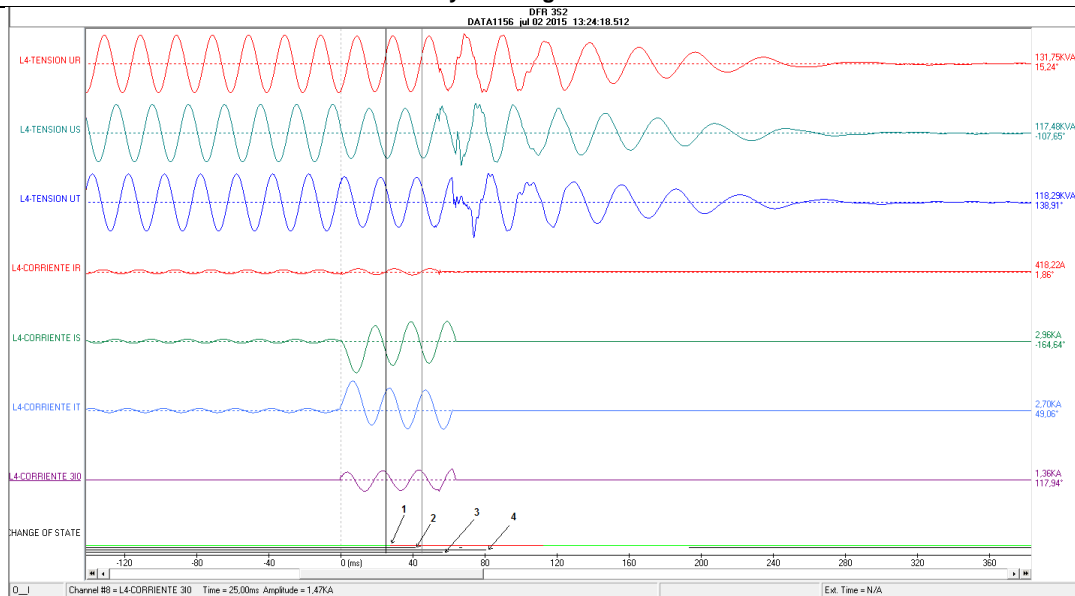
Este punto puede ser justificado debido al hecho de que el modelo del sistema ANDE utilizado en las simulaciones, presenta una caída de tensión menos en el momento de las fallas, llevando a un valor de impedancia medido, mayor al real.

4 DÍA 02/07/2015 A LAS 13H26MIN

Ocurrió la desconexión automática de la línea LI 220kV MD-PIH-IRY-CYO, por actuación correcta de las protecciones primaria y alternativa en 1ª zona de la función de distancia. La actuación de las protecciones se debió a cortocircuito bifásico tierra en las fases S y T en la línea LT 220kV IRY-SGA, recordándose que la ES-IRY está localizada en derivación de la LI 220kV MD-IRY-CYO. El cortocircuito en la LT 220kV IRY-SGA fue causado probablemente debido a descarga atmosférica. La línea LI 220kV MD-PIH-IRY-CYO, estaba transmitiendo 110MW y -25Mvar.

Se muestra en la Figura 3 la oscilografía de las magnitudes analógicas y digitales, correspondientes a la línea que fue desconectada.

XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016



- 1) Envío señal de carrier (POTT)
- 2) Recepción de señal de carrier (POTT)
- 3) Trip 83LI4
- 4) Trip 43TL4

Figura 3: Registro de la LI 220kV MD-PIH-IRY-CYO

De la oscilografía se puede extraer lo siguiente:

- Ocurrió falla bifásica a tierra en el sistema que duró 63ms, con corriente en las fases S y T de aproximadamente 2,96kA y 2,7kA respectivamente (rms);
- Hubo envío y recepción de carrier (POTT);

Los secuenciadores de eventos de las protecciones primaria y alternativa se resumen a seguir:

- detección de falta bifásica a tierra, siendo las fases S y T, las fases en falta.
- Trip por la 1ª zona de la función 21;
- envío de carrier debido al arranque de la 2ª zona de la función 21;
- arranque de la función de sobrecorriente direccional residual (67N);
- envío de carrier debido al arranque de la función de sobrecorriente direccional residual (67N);
- recepción de carrier asociado a la medida de 2ª zona de la función 21 que resultó en el Trip POTT;
- Los registros de las protecciones localizaron la falta a 89,1km y 90,8km, respectivamente;

Conforme registros de la ANDE, el terminal de la ES-CYO abrió por actuación de primera zona de la protección de distancia. Todavía según informaciones de la ANDE, la protección de distancia de la línea LT 220kV IRY-SGA en el terminal de la ES-IRY actuó en primera zona y la falla ocurrió a 13km de ese terminal. Esto indica que la desconexión de la línea LI 220kV MD-PIH-IRY-CYO ocurrió debido a falla en la LT 220kV IRY-SGA.



XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016

No fue realizado el estudio de coordinación de protecciones debido a falta de informaciones para tal en el ámbito del GE-03 de la CMO. Antes de la entrada en operación de la línea LT 220kV IRY-SGA era conocido el riesgo de que perturbaciones en esa línea podrían causar desconexión de la LI 220kV MD-PIH-IRY-CYO.

Este tipo de actuación de las protecciones de la LI 220kV MD-PIH-IRY-CYO debido a cortocircuito en la LT 220kV IRY-SGA, debería ser subsanado con el seccionamiento de la línea LI 220kV MD-PIH-IRY-CYO en la ES-PIH y reajuste de las protecciones.

5 CONCLUSIONES

Desde inicio del 2015 hasta la fecha ocurrieron once perturbaciones en las líneas LI 220kV MD-IRY-VAQ-CYO y LI 220kV MD-PIH-IRY-CYO, de los cuales en ocho perturbaciones la falla ocurrió en alguna de sus derivaciones mencionadas. Con el seccionamiento de las líneas en la ES-PIH y la ES-IRY y el consecuente reajuste de las protecciones, que se encuentran en proceso, este tipo de actuación debería ser subsanado.

Además ocurrieron perturbaciones en donde según las señalizaciones de las protección de la LI 220kV MD-IRY-VAQ-CYO, los interruptores en el terminal de la ES-CYO tuvieron que abrir automáticamente, pero por algún motivo esto no ocurrió.

La recusa de actuación no fue aclarada y, si fue resultante de defecto en la protecciones, pone en riesgo los equipos terminales de la línea y la integridad del sistema ANDE, con posibilidad de ocurrir subtensiones temporarias hasta que actúen las protecciones en retaguarda.

En lo que respecta a los informes de análisis de perturbaciones, es de suma importancia la interactividad entre las empresas, tanto en información de ingeniería como en datos postperturbación, para obtener el mejor producto y de esa manera, en caso necesario, tomar las providencias necesarias para aumentar el desempeño de los sistemas de protección. Además de contar con la información de los sistemas SCADA, la información de operación de relés de protección, como las oscilografías, contienen información importante, permitiendo así un mejor desempeño al evaluar comportamiento del sistema ante la presencia de falla o disturbios.

También se resalta la importancia de la actualización y fiabilidad de los modelos del sistema eléctricos para una mayor representatividad del comportamiento real del sistema, esto permitirá mayor eficiencia y eficacia de las protecciones.



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016

BIBLIOGRAFIA

- División de Estudios Eléctricos y Normas, OPSE.DT, Itaipu Binacional, Informe de Análisis de Perturbación, RAP 12/2015.
- División de Estudios Eléctricos y Normas, OPSE.DT, Itaipu Binacional, Informe de Análisis de Perturbación, RAP 13/2015.
- División de Estudios Eléctricos y Normas, OPSE.DT, Itaipu Binacional, Informe de Análisis de Perturbación, RAP 14/2015.