



Retrofit de la Protección de Barras de 500kV de la Subestación Margen Derecha

Julián Ecurra Meza

Itaipu Binacional

Paraguay

RESUMEN

La Central Hidroeléctrica de ITAIPU (CHI) es un emprendimiento binacional ubicado sobre el río Paraná en la frontera entre Brasil y Paraguay, dispone de 10 unidades generadoras de 50Hz y 10 unidades generadoras de 60Hz, con una capacidad instalada total de 14.000MW.

La Subestación Margen Derecha (SE-MD) es responsable de la distribución de la energía producida por los 10 generadores de 50Hz a los sistemas eléctricos de Paraguay y Brasil. Se encuentra interconectado con el sistema de la ANDE a través de cuatro líneas de 220kV y, en el futuro, a través de cuatro líneas de 500kV con los cuales se tendrá la capacidad de transmitir los 7000MW generados en la Casa de Máquinas del sector de 50Hz. También se interconecta con la Subestación de Foz de Iguazú 50Hz de FURNAS a través de dos líneas de 500kV.

La implementación de los nuevos autotransformadores/reguladores TX/RX y T05/R05 en la Subestación Margen Derecha, el futuro seccionamiento de las líneas de transmisión L3/L11 y L4/L12 de 500kV / 50Hz y las futuras líneas de transmisión de 500kV para la interconexión con el sistema ANDE hicieron necesarias adaptaciones del antiguo sistema de protección de barras de 500kV de la Subestación Margen Derecha y su posterior modernización.

La finalidad de este trabajo es describir las acciones tomadas para realizar las ampliaciones y adaptaciones necesarias del sistema antiguo de protección de barras de 500kV de la Subestación Margen Derecha, así como la modernización de dicho sistema de tal forma a atender las ampliaciones actuales y futuras de la Subestación Margen Derecha manteniendo la confiabilidad y seguridad del sistema interconectado.

PALABRAS CLAVES

Protección de Barras. Subestación Margen Derecha (SE-MD). Protección distribuida. Dispositivo Electrónico Inteligente (IED).

1. SITUACIÓN ANTIGUA

1.1 Configuración antigua del sector de 500kV de la SE-MD

El sector de 500kV de la SE-MD disponía de cuatro autotransformadores/reguladores y cuatro líneas, como se observa en la figura 1.

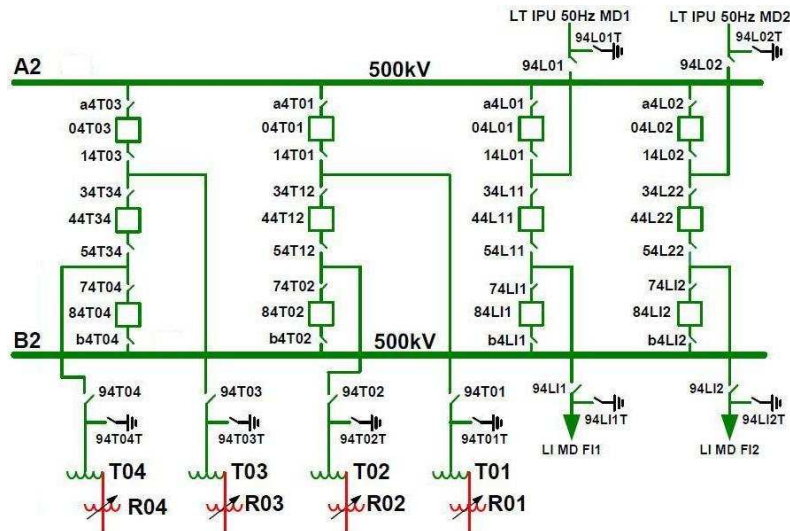


Figura 1: Configuración antigua del sector de 500kV de la SE-MD

1.2 Antiguas protecciones de barras de 500kV de la SE-MD

La antigua protección de las barras de 500kV de la Subestación Margen Derecha estaba conformada por un panel de protección principal y otro panel de protección alternada, implementadas con relés del tipo INX2 de la BBC.

La protección INX2 está construida de forma modular, utilizando placas electrónicas y transformadores auxiliares que permiten ampliar el número de alimentadores según la configuración de la barra que debe ser protegida.

El funcionamiento básico de la protección INX2 está basado en dos criterios:

1° criterio, comparación direccional: cuando ocurre un corto-circuito en la barra, las corrientes en todas las líneas fluirán hacia la barra, causando la operación del elemento direccional.

2° criterio, corriente diferencial: cuando una falla interna ocurre en la barra, la sumatoria de las corrientes que entran y salen de la barra es diferente a cero, si éste valor excede el valor de ajuste causará la operación del elemento diferencial.

La barra protegida será desconectada solo si ambos criterios ocurren simultáneamente.

2. SITUACIÓN INTERMEDIA

2.1 Configuración intermedia del sector de 500kV de la SE-MD

En la figura 2 se observa la inclusión del autotransformador/regulador TX/RX en la SE-MD.

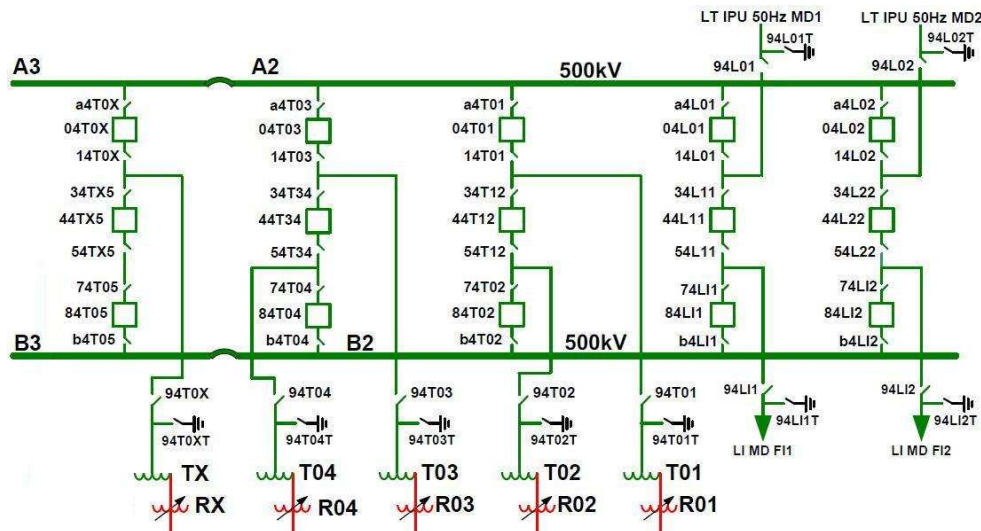


Figura 2: Configuración intermedia del sector de 500kV de la SE-MD

2.2 Trabajos realizados

Para incluir el autotransformador/regulador TX/RX en la SE-MD era necesario disponer de una nueva posición de alimentador en las protecciones principal y alternada de las barras de 500kV, lo que implicaba realizar modificaciones en el cableado interno de los relés INX2 y la colocación de placas electrónicas que realizan los criterios de comparación direccional y medición diferencial, así como también la instalación de los transformadores auxiliares de corrientes que son necesarias para el tratamiento de las corrientes del nuevo alimentador.

Como no se disponían de suficientes placas electrónicas ni de los transformadores auxiliares de corrientes necesarios para realizar la ampliación en los relés INX2 en las protecciones principal y alternada de las barras de 500kV, se optó por desactivar la protección principal y utilizar los componentes de esta protección desactivada para ampliar la protección alternada de las barras de 500kV, con lo cual se consiguió incluir al autotransformador/regulador TX/RX en la Subestación Margen Derecha.

Se realizaron todas las pruebas y ensayos necesarios para verificar el correcto funcionamiento de las adaptaciones realizadas en la protección de barras de 500kV, debidas a la inclusión del nuevo alimentador correspondiente al TX/RX, obteniendo resultados satisfactorios.

3. SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Configuración actual del sector de 500kV de la SE-MD

Actualmente, con la inclusión del autotransformador/regulador T05/R05, la SE-MD tiene la configuración mostrada en la figura 3.

Teniendo en cuenta las dificultades por falta de componentes encontradas durante las ampliaciones realizadas en la protección de barras de 500kV, tipo INX2 de la SE-MD, para la inclusión del autotransformador/regulador TX/RX, así como la necesidad de atender la inclusión del autotransformador/regulador T05/R05 y las futuras ampliaciones a ser realizadas con las líneas de transmisión de 500kV para la interconexión con el sistema ANDE y el seccionamiento de las líneas de transmisión L3/L11 y L4/L12 de 500kV / 50Hz, se incluyó dentro del contrato de compra del T05/R05 la modernización del sistema de protección de las barras de 500kV.

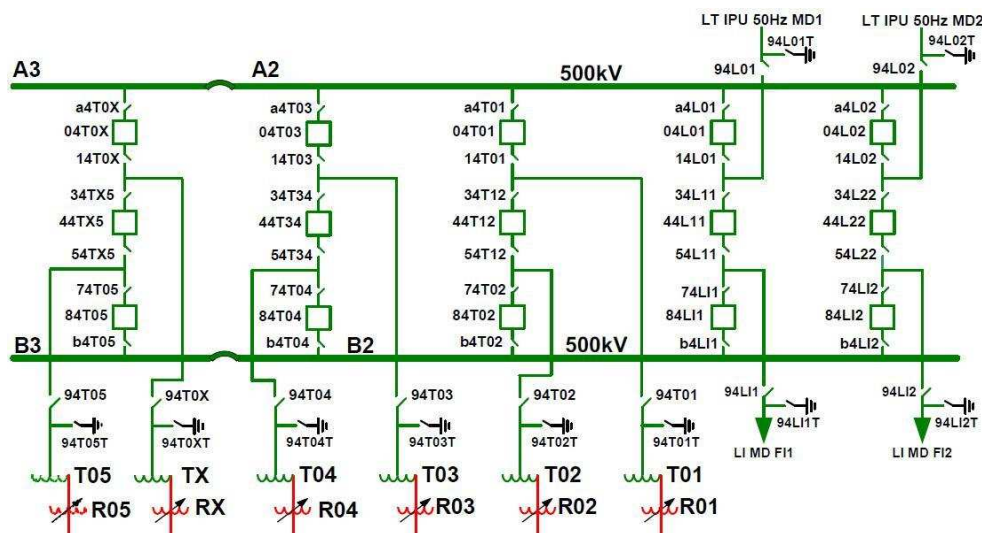


Figura 3: Configuración actual del sector de 500kV de la SE-MD

3.2 Características de la nueva protección

Considerando las futuras ampliaciones previstas en la SE-MD, la nueva protección de barras de 500kV debe tener como principal característica la fácil y rápida ampliación para adicionar nuevos alimentadores que sean incluidos en la configuración de las barras sin que estos trabajos de ampliación interfieran con los alimentadores ya instalados, de tal forma a tener que realizar pocas modificaciones en el sistema de protección de barras ya instalado y con tiempo reducido de puesta en servicio de las nuevas ampliaciones.

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

Además, para reducir el cableado de los circuitos de corrientes, teniendo en cuenta las distancias entre los TC's de los alimentadores de las barras con las ampliaciones previstas, la protección de barras de 500kV debe ser del tipo "Protección Distribuida".

La protección de barras instalada para proteger las barras de 500kV de la SE-MD es de tecnología distribuida, basada en IED's (Dispositivo Electrónico Inteligente) del fabricante SIEMENS.

3.3 Arquitectura actual de la protección distribuida de barras de 500kV de la SE-MD

La arquitectura actual del sistema de protección distribuida de barras de 500kV de la Subestación Margen Derecha se observa en la figura 4.

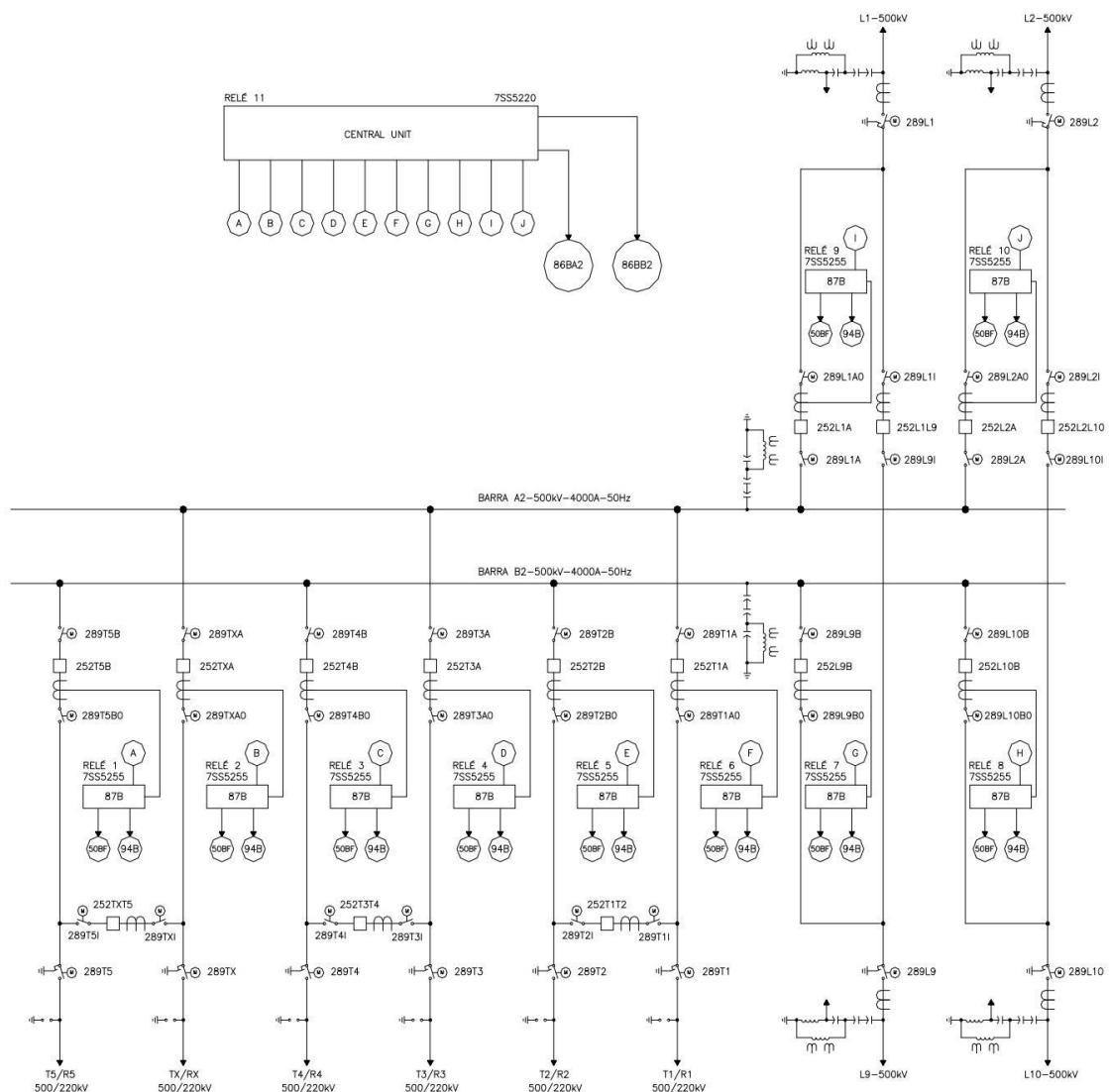


Figura 4: Arquitectura actual de la protección de barras de 500kV de la SE-MD



X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

La nueva protección distribuida de barras de 500kV de la SE-MD utiliza el principio de medición selectiva por fase y está compuesta por una Unidad Central (CU) de procesamiento que realiza las funciones de protección y gerencia las Unidades de Vano (BU) que corresponden a cada alimentador de la barra. Esta protección tiene un tiempo típico de disparo de 15ms.

La Unidad Central es el dispositivo 7SS5225 que puede gerenciar hasta 48 Unidades de Vano. Las Unidades de Vano son dispositivos 7SS5255 conectadas a la Unidad Central a través de fibra óptica.

Las Unidades de Vano realizan la medición sincronizada, digitalización, pre-procesamiento y transmisión de la información a la Unidad Central, a través de una puerta serial de alta velocidad. Las Unidades de Vano también adquieren la posición de las seccionadoras así como actúan directamente en la bobina de disparo del interruptor cuando reciben el comando de la Unidad Central.

La Unidad Central lee las medidas de corriente sincronizadas en el tiempo de las Unidades de Vano conectadas, así como las informaciones binarias, devolviendo el resultado de los cálculos cíclicamente a las Unidades de Vano.

La protección diferencial de barra 7SS52 utiliza las siguientes zonas selectivas:

Bus Zone (BZ): es selectiva por barra, o sea, cada barra tiene su BZ. Considera en la formulación de la zona diferencial la suma vectorial de las corrientes asociadas a cada barra individualmente cuya seccionadora esté cerrada. La SE-MD tiene dos BZ.

Check Zone (CZ): no es selectiva por barra. Considera en la formulación de la protección diferencial la suma vectorial de todas las corrientes de todas las barras protegidas. La SE-MD tiene solamente una CZ que engloba las barras A y B.

Para decidir la desconexión de una barra es necesario que ocurra simultáneamente la actuación diferencial del Bus Zone (BZ) de la respectiva barra y también la actuación diferencial del Check Zone (CZ) de las barras protegidas.

3.4 Trabajos realizados

Se realizó la sustitución de los antiguos paneles de protección 2R11 y 2R12, ubicados en la sala de relés de la SE-MD, por los nuevos paneles de protección distribuida de las barras de 500kV.

En el nuevo panel 2R11 están instaladas la Unidad Central y cuatro Unidades de Vano correspondientes a los alimentadores de la barra A, y en el nuevo panel 2R12 están instaladas cuatro Unidades de Vano correspondientes a los alimentadores de la barra B.

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

Además un nuevo panel denominado 2PBTXT5 fue instalado en la caseta de relés local de 500kV de los autotransformadores/reguladores TX/RX y T05/R05 que está ubicado a una menor distancia de los transformadores de corriente de los alimentadores del TX/RX y T05/R05 en comparación con la sala de relés de la SE-MD.

En el panel de protección 2PBTXT5 están instaladas dos Unidades de Vano correspondientes al vano de los autotransformadores/reguladores TX/RX y T05/R05.

También se realizó la conexión de la Unidad Central de la protección de barras de 500kV con la estación de ingeniería de la SIEMENS, la cual fue instalada con el retrofit de las protecciones de las líneas de 220kV que interconectan la SE-MD con la SE-ACY, para realizar la colecta automática de las oscilografías y configuraciones de los parámetros de la protección.

Se ejecutaron todas las pruebas y ensayos necesarios verificando el correcto funcionamiento de la nueva protección distribuida de barras de 500kV.

4. SITUACIÓN FUTURA

4.1 Configuración futura del sector de 500kV de la SE-MD

En la figura 5 se observa la futura configuración del sector de 500kV de la SE-MD considerando el seccionamiento de las líneas L3/L11 y L4/L12 y las líneas de 500kV para el sistema de la ANDE.

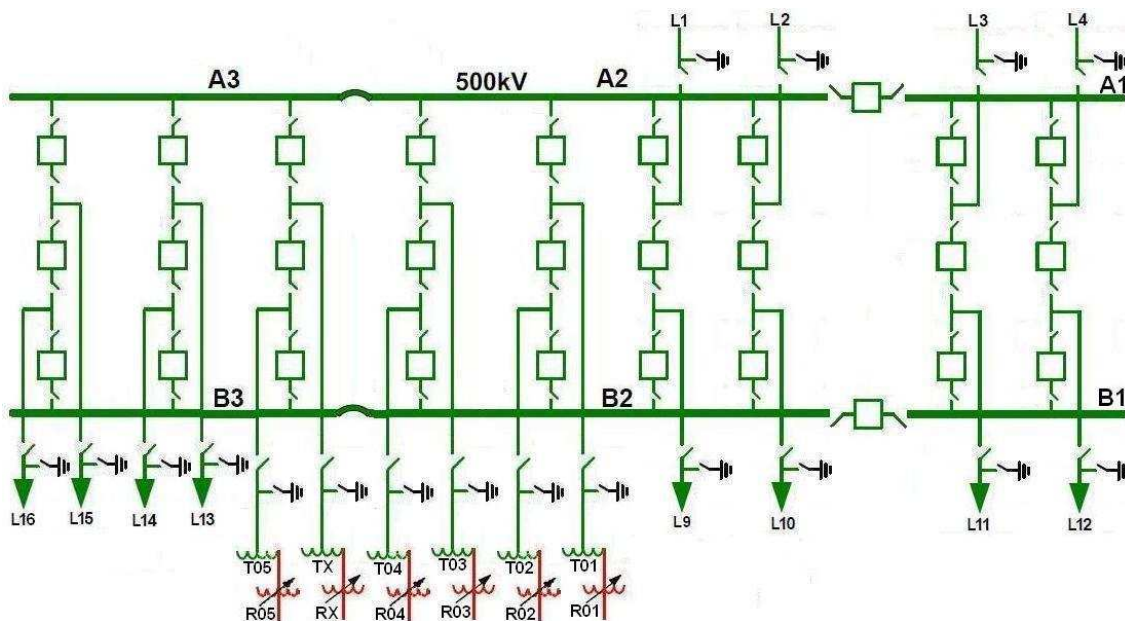


Figura 5: Configuración futura del sector de 500kV de la SE-MD



4.2 Trabajos a ser realizados

Con la inclusión de la línea L13 tendrá que ser instalado, en una nueva caseta de relés local ubicada cerca de la salida de la línea L13/L14, un panel nuevo con dos Unidades de Vano, uno por barra, para ampliar la protección de barras de 500kV de la SE-MD.

Cuando sea incluida la línea L14 solamente serán necesarias algunas adaptaciones para que la protección de barras sea ampliada.

Para realizar el seccionamiento de las líneas L3/L11 y L4/L12 tendrán que ser instalados dos paneles nuevos, en una nueva caseta de relés local ubicada cerca del local del seccionamiento de las líneas L3/L11 y L4/L12, uno por barra, con cuatro Unidades de Vano por cada panel, que serán responsables por la medición de las corriente de los interruptores de acoplamiento de barras A1/A2 y B1/B2 así como también de los alimentadores de las líneas L3/L11 y L4/L12.

Para la inclusión de las futuras líneas L15 y L16, deberán instalarse dos nuevas Unidades de Vano para ampliar la protección de barras de 500kV de la SE-MD, de forma semejante a la que será realizada para la inclusión de las líneas L13 y L14.

CONCLUSIÓN

La modernización del sistema de protección de barras de 500kV de la Subestación Margen Derecha permitirá atender las futuras ampliaciones correspondientes al seccionamiento de las líneas de transmisión L3/L11 y L4/L12 de 500kV / 50Hz y a las líneas de transmisión de 500kV para la interconexión con el sistema ANDE.

Estas ampliaciones, en la configuración de las barras de 500kV de la SE-MD, serán realizadas de forma rápida y eficiente porque es utilizada una tecnología del tipo "Protección Distribuida", obteniendo de esta forma, tiempos reducidos de puesta en servicio de las nuevas ampliaciones, debido a las pocas modificaciones que necesitarán ser introducidas en el sistema de protección de barras ya instalado, manteniendo de esta manera la confiabilidad y seguridad del sistema interconectado.

BIBLIOGRAFIA

- [1] - Siemens – Manual SIPROTEC Distributed Busbar / Breaker Failure Protection 7SS522 V4.7, 7SS523 V3.3 y 7SS525 V3.3.