

Puesta en Servicio de los Sistemas de Protección y Control de la ES-VHA, ES-LIM y ES-PBO.

Julian Ecurra Meza, Gilberto Ortiz Cálcena

ITAIPU BINACIONAL

Paraguay

RESUMEN

La Estación de Villa Hayes (ES-VHA) es una nueva instalación ubicada en la margen derecha del río Paraguay, en el Distrito de Villa Hayes. A esta Estación llega actualmente una línea de 500kV desde la Subestación de la Margen Derecha (SE-MD) de ITAIPU, cuatro salidas de líneas de 220kV que interconectan esta Estación con las Estaciones de Limpio (ES-LIM) y Puerto Botánico (ES-PBO). Además se encuentran disponibles cuatro salidas de líneas de 220kV, una salida de línea de 66kV, seis salidas de líneas 23kV, un banco de transformadores de 220/66kV y un transformador de 220/23kV. La ES-VHA tiene dos bancos de transformadores monofásicos de 500/220kV con un transformador monofásico de reserva que puede reemplazar a cualquiera de las fases de los dos bancos de transformadores mediante barras de transferencias.

Este trabajo tiene como finalidad presentar la experiencia y el conocimiento adquiridos durante la puesta en servicio de los sistemas de protección y control de la ES-VHA, desde la elaboración de las planillas para ensayos de puesta en servicio para cada tablero hasta la ejecución de los ensayos de puesta en servicio.

Por otro lado, serán expuestos los trabajos de “Retrofit” de las protecciones de las líneas de 220kV en las ES-LIM y ES-PBO, líneas que fueron seccionadas en la ES-VHA, adaptaciones del proyecto, montaje de los tableros de protección, la instalación de equipos adicionales y las adecuaciones necesarias para el correcto funcionamiento de los mismos. Asimismo, las verificaciones realizadas durante el proceso de energización de las líneas seccionadas.

Por último será presentada la secuencia de energización de los diversos equipos para la puesta en servicio de la ES-VHA, teniendo en cuenta las limitaciones operativas de la línea LI 500kV MD-VHA 1 y la seguridad del sistema eléctrico.

PALABRAS CLAVES

Puesta en servicio. Redundancia. Confiabilidad. IEC 61850. Mensajes GOOSE.

1. CONFIGURACION DE LA ES-VHA

De acuerdo a las configuraciones descriptas mas abajo, pueden observarse los diferentes equipos de alta tensión, los cuales necesitan protección y control, tales como barras, líneas, transformadores e interruptores.

1.1. Sector de 500kV

El patio de 500kV consta de dos barras y dos secciones que están dedicadas a la alimentación de los dos bancos de transformadores. Existe un transformador de reserva que por medio de barras de transferencia puede sustituir a cualquiera de las fases de los dos bancos, en caso de necesidad.

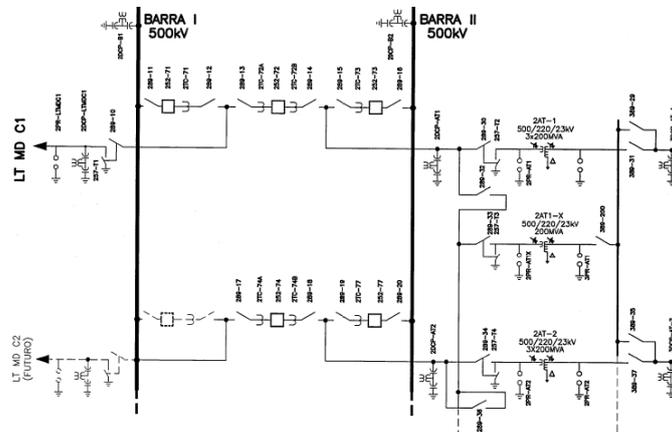


Figura 1: Sector de 500kV

1.2. Sector de 220kV

Consta de dos barras y ocho secciones, los cuales alimentan a cuatro líneas de 220kV existentes, cuatro futuras, un banco de transformadores 220/66kV y un transformador 220/23kV.

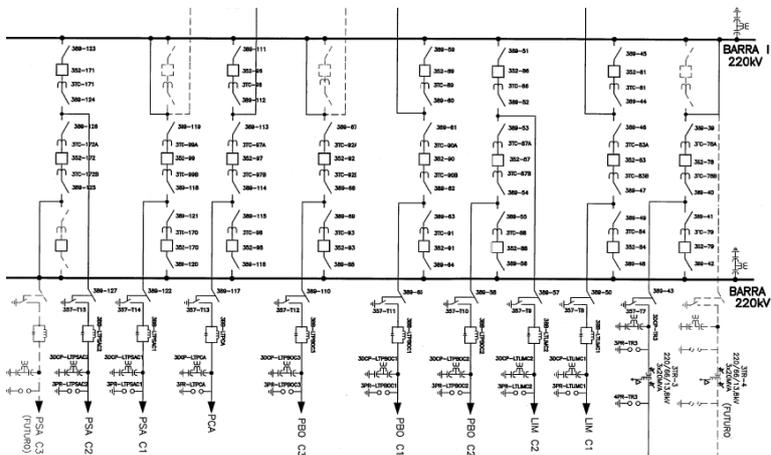


Figura 2: Sector de 220kV

En todos los casos, los IED's de protección y control son completamente redundantes permitiendo mayor confiabilidad en la operación y flexibilidad para el mantenimiento.

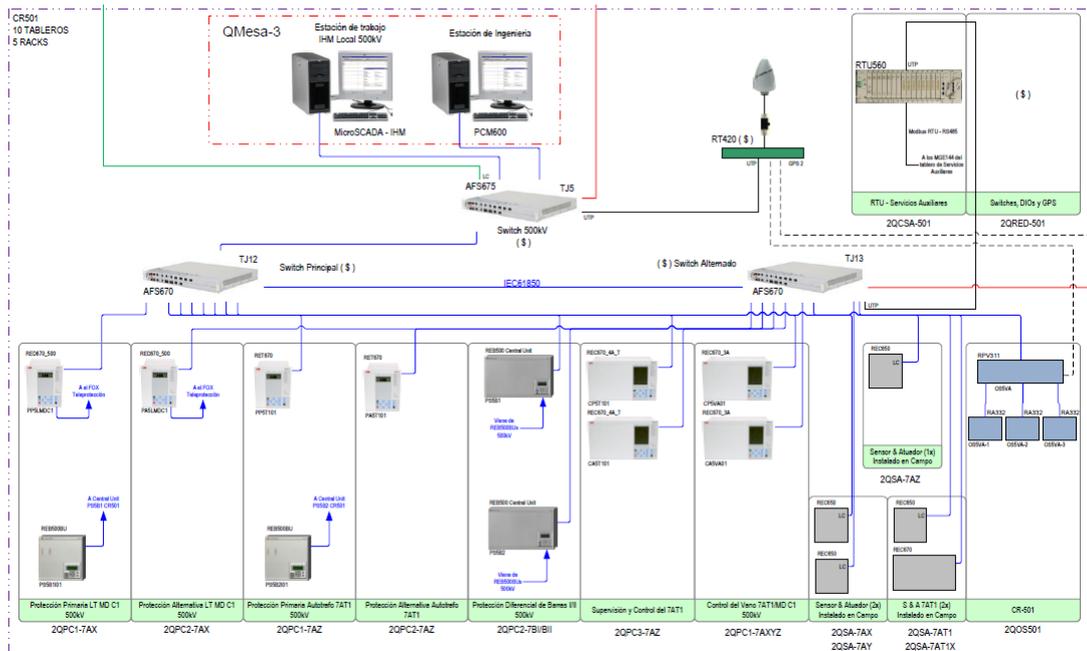


Figura 5: Red IEC 61850

2. ELABORACIÓN DE PLANILLAS DE PUESTA EN SERVICIO

Fueron elaboradas 95 planillas para los tableros de protección y control de los diferentes equipos instalados, las cuales contienen entre 30 y 200 páginas. La elaboración fue realizada durante la instalación de los tableros.

Estas planillas contienen los procedimientos detallados de los ensayos de cableado externo, verificación de funcionamiento de las entradas analógicas y binarias, salidas binarias, intercambio de señales LDCM (Line Data Communication Module), ensayos de dispositivos primarios, ensayos funcionales y ensayos reales.

3. ENSAYOS DE PUESTA EN SERVICIO

3.1. Ensayos de los IED's de protección y control.

En los ensayos de los IED's de protección y control fueron incluidas las siguientes actividades:

- Verificación de cableado externo e interno mediante mediciones de continuidad y aislación.

- Procedimientos de energización en corriente continua a través mediciones de dos fuentes.
- Verificación del hardware, software y firmware del IED según el proyecto.
- Verificación de ajustes de acuerdo al estudio de selectividad.
- Verificación de curvas de las funciones de protección. Estos ensayos tienen por finalidad la respuesta del IED de protección a los diferentes tipos de fallas.
- Intercambio de señales entre diferentes IED's vía fibra óptica (GOOSE IEC61850).
- Salidas de disparo, TDD, bloqueos y reconexión.
- Salidas para oscilografía externa.

3.2. Ensayos de cortocircuito

A fin de verificar la polaridad de cada uno de los transformadores de corriente, fueron realizados ensayos de cortocircuito, los cuales consistían en conectar una fuente trifásica de 380V a una de las barras de 500kV, cortocircuitar las tres fases de una de las barras de 220kV, que a su vez era conectada a tierra y por medio de maniobras de interruptores fueron definidos los caminos de corriente para cada uno de los transformadores de corriente instalados. Ver figura 6.

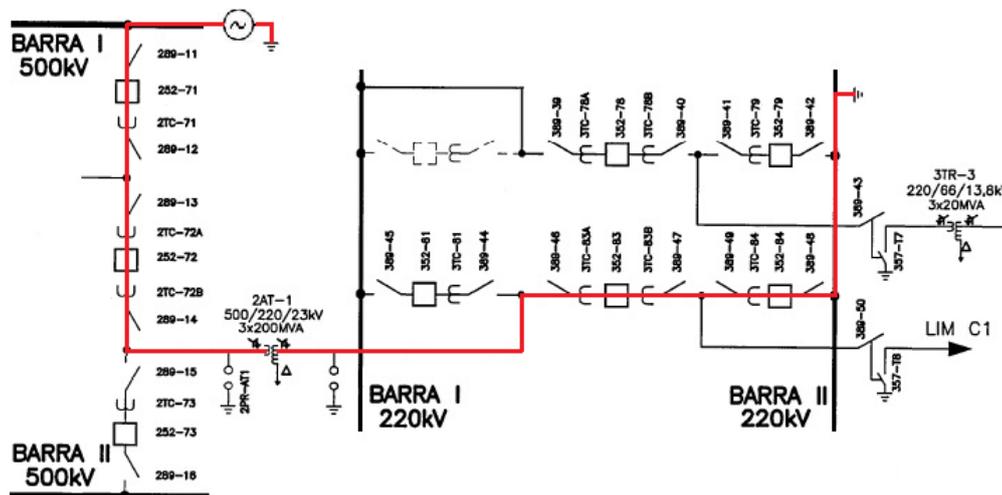


Figura 6: Configuración típica de los ensayos de cortocircuito

Considerando los datos del fabricante del banco de transformadores 2AT-1 y la sensibilidad de los canales analógicos de corriente de los IED's, fue calculada la potencia de la fuente trifásica y las corrientes secundarias de los transformadores de corriente, dando como resultado valores de 3,5kVA y del orden de 5mA respectivamente.

4. MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO TABLEROS DE PROTECCIÓN ES-LIM Y ES-PBO

4.1. Montaje

El fabricante suministró una chapa metálica en la que estaban montados los IED's de protección y sus respectivos bloques de ensayos.

En los tableros pertenecientes a los antiguos relés de protecciones de las líneas Limpio-Puerto Botánico fueron montadas las chapas metálicas suministradas, en las que fueron realizadas varias adaptaciones a fin de adecuar a la topología de cada una de las estaciones.

Dentro de los tableros existentes, se procedió a la instalación de relés auxiliares, circuitos de alimentación de corriente continua, regla de bornes y cableado interno.

En los tableros asociados a los equipos de patio, también fueron realizadas modificaciones a fin de adquirir informaciones de estado de los interruptores, seccionadores y tensiones de las barras.

Las informaciones de corriente y tensión de línea fueron tomadas desde los transformadores de corriente (TC's) y transformadores de potencial (TP's) existentes antes del proyecto.

4.2. Puesta en servicio

Utilizando las planillas elaboradas para este fin, fueron ejecutadas todas las actividades para la puesta en servicio.

5. PUESTA EN SERVICIO

5.1. Seccionamiento de líneas de 220kV Limpio - Puerto Botánico

Las líneas Limpio-Puerto Botánico fueron seccionadas físicamente y cada uno de sus terminales fue conectado a las barras de 220kV de la ES-VHA, transformándose en las cuatro líneas de salida, que actualmente posee esta Estación.

5.2. Energización del patio de 220kV ES-VHA

Posterior al seccionamiento y conexión del circuito C1 de la línea Limpio-Puerto Botánico a las barras de 220kV de la ES-VHA, fue energizado el patio de 220kV a partir de la ES-LIM, realizando varias mediciones y verificaciones visuales antes del cierre de cada uno de los interruptores del patio.

La ES-PBO en ese momento estaba alimentada por el circuito C2 de la línea Limpio-Puerto Botánico. Como en la ES-PBO no se dispone de circuito de sincronización, el tramo seccionado ES-VHA y ES-PBO fue conectada previa medición y comparación de fases.

Una semana después se procedió al seccionamiento del circuito C2 de la línea Limpio-Puerto Botánico. Las líneas resultantes, ES-VHA – ES-LIM y ES-VHA – ES-PBO fueron sincronizadas en la SE-VHA utilizando el sincronismo automático de los IED's.

5.3. Energización del patio de 23kV y 66kV

5.3.1. Energización del patio de 23kV

La energización del transformador 220/23kV permitió energizar el sector de 23kV y como consecuencia todos los circuitos de servicios auxiliares de corriente continua y corriente alterna de la ES-VHA. Cabe mencionar que con este hecho, fueron disponibilizadas seis salidas de alimentadores de 23kV a ser utilizadas en un futuro próximo.

5.3.2. Energización del patio de 66kV

La energización del banco de transformadores 220/66kV permitió energizar el sector de 66kV, disponibilizando de esta forma una salida de línea de 66kV.

5.4. Energización del primer banco de transformadores de 500/220kV

Una vez completado el seccionamiento de las dos líneas de 220kV, se procedió a la energización del primer banco de transformadores y como consecuencia el sector de 500kV, a partir del sistema eléctrico de 220kV.

La función de oscilografía de los IED's de la protección del primer banco de transformadores fue configurada para partir con la energización y así poder analizar su comportamiento durante la primera energización.

5.5. Energización en vacío de la línea de 500kV desde SE-MD

Para comparar los parámetros eléctricos de la línea con respecto al sector de 500kV de la ES-VHA fue energizada la línea desde la SE-MD, verificándose que los parámetros de sincronismo estaban dentro de los ajustes establecidos en los estudios de selectividad.

5.6. Implementación y ensayos del esquema de alivio de carga

Una condición indispensable para la sincronización de la línea de 500kV fue la implementación del esquema de alivio de carga de los transformadores de la ES-VHA, que no estaba previsto en el proyecto original.

La sobrecarga de cualquiera de los bancos de transformadores de la ES-VHA es informado a la ES-LIM donde se toman acciones para aliviar la carga. Los cuatro IEDs de protección de los dos bancos de transformadores de 500/220kV detectan la sobrecarga y utilizando mensajes GOOSE, estas informaciones son agrupadas para ser enviadas al sector de 220kV vía cable, allí son nuevamente utilizados mensajes GOOSE para distribuir dichas informaciones a los IEDs de protección de las líneas de 220kV, por último los IEDs de protección de las líneas del terminal ES-VHA, las envían a través de los módulos LDCM a la ES-LIM. Ver figura 7.

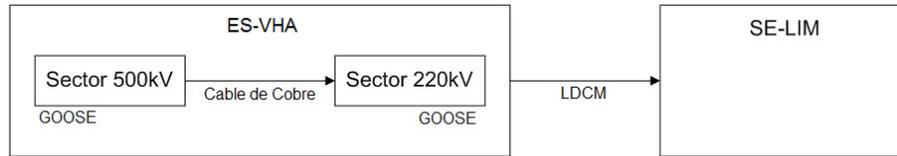


Figura 7: Esquema de alivio de carga

5.7. Sincronización de la línea de 500kV

Luego de exhaustivas mediciones y ensayos en toda la Estación de Villa Hayes se procedió a la sincronización de la línea LT MD C1 a las barras de la ES-VHA.

5.8. Energización del segundo banco de transformadores

Los trabajos de instalación y ensayos del segundo banco de transformadores fueron terminados aproximadamente un mes después de la puesta en servicio del primer banco.

6. CONCLUSION

Los trabajos de puesta en servicio de los sistemas de protección y control tuvieron una duración aproximada de un año con varios frentes de trabajo simultáneos. Fueron detectados y corregidos numerosos errores de instalación y en algunos casos introducidas mejoras.

La línea de 500kV terminó su periodo de confiabilidad en noviembre del 2013 y los bancos de transformadores de 500/220kV a principios de enero del 2014. Actualmente las instalaciones de la ES-VHA están en plena operación.

La garantía de la ES-VHA tiene una duración total de tres años.

Con la puesta en servicio de la ES-VHA, la ANDE dispone de una potencia adicional de 1.200MVA, limitada por los dos bancos de transformadores de 600MVA de 500/220kV.

BIBLIOGRAFIA

[1] Diagrama Unificar General Simplificado. Diseño 6457-DC-VH020-E-R1.

[2] Arquitectura General Referencial. Diseño 6000-DC-VH003-E-R0A.