

CONTRIBUCIÓN A LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS REDEFINIENDO LAS REGLAS DE ORO PARA SUBESTACIONES ENCAPSULADAS TIPO GIS

ISA INTERCOLOMBIA

Calle 12 sur No. 18 – 168

E.mail: currea@intercolombia.com - afrua@intercolombia.com

Medellín. – Colombia

Resumen

La transición energética por la que está pasando Colombia dado el incremento de la demanda de la energía y la necesidad cada vez mayor de prestar un servicio de energía continuo, confiable y seguro, demanda una expansión continua y organizada del sistema nacional de transmisión de energía eléctrica (STN) con la entrada de nuevos proyectos y nuevas tecnologías. Dado lo anterior, en ISA INTERCOLOMBIA se ha masificado el uso de subestaciones encapsuladas tipo GIS principalmente porque se logra reducir el área de ocupación de los proyectos debido que al tener los equipos eléctricos inmersos en gas SF6 las dimensiones son menores, alta confiabilidad, configuraciones flexibles, altamente seguras y adaptables a cualquier condición ambiental. Adicionalmente, la mayoría de las especificaciones técnicas de los nuevos proyectos de transmisión de energía especifican la instalación de este tipo de tecnología, las cuales demandan una adecuada gestión del cambio debido que su operación y mantenimiento difiere de lo que comúnmente se ha hecho en las subestaciones convencionales o tipo AIS.

En este documento se suministran los lineamientos y recomendaciones técnicas que se necesitan para la implementación correcta de las reglas de oro en subestaciones encapsuladas tipo GIS, las cuales son el conjunto de actividades que se realizan durante la ejecución de las maniobras de desenergización de los equipos y que buscan evitar la energización accidental de los mismos para la seguridad de las personas, del sistema y del medio ambiente.

Palabras Claves

Subestaciones GIS, mantenimiento, reglas de oro, seguridad, transición energética.

Introducción

Para disfrutar de la electricidad en los hogares, comercio e industria se requiere transportar la energía eléctrica desde las centrales de generación hasta los grandes centros de consumo (entrada a las regiones, ciudades o entradas a grandes consumidores), a través de líneas de transmisión, que son cables sostenidos por torres con características especiales y subestaciones eléctricas. Una subestación eléctrica es el arreglo de un conjunto de equipos, que se utilizan para dirigir el flujo de energía en un sistema de potencia y garantizar la seguridad del sistema eléctrico por medio de dispositivos automático de control y protección. Cada subestación eléctrica se convierte en un nodo del sistema de potencia.

Una de las principales formas de clasificar las subestaciones es según el medio aislante que existe entre los equipos eléctricos como se muestra en la figura 1. Las subestaciones convencionales o AIS por su sigla en inglés Air insulated switchgear, son subestaciones donde el medio aislante que existe entre los equipos eléctricos es aire (figura a), mientras que las subestaciones encapsuladas tipo GIS, por su sigla en inglés Gas Insulated Switchgear, son subestaciones donde el medio aislante que hay entre los equipos eléctricos es gas SF6 (figura b). La masificación de las subestaciones tipo GIS se da principalmente porque se logra reducir el área de ocupación de los proyectos debido que al estar los equipos

eléctricos inmersos en gas SF₆ las dimensiones son menores, alta confiabilidad, configuraciones flexibles, altamente seguras y adaptables a cualquier condición ambiental.



Fig a. Subestación eléctrica 500 kV tipo AIS



Fig b. Subestación eléctrica 500 kV tipo GIS.

Fig 1. Clasificación de subestaciones eléctricas según el medio aislante

La operación y mantenimiento de las subestaciones GIS difieren de lo que comúnmente se ha hecho en las subestaciones convencionales o tipo AIS. Por lo tanto, este documento suministra los lineamientos y recomendaciones técnicos necesarias para la implementación correcta de las reglas de oro en subestaciones encapsuladas tipo GIS.

Las reglas de oro son el conjunto de actividades que se realizan durante la ejecución de las maniobras de desenergización de los equipos y que buscan evitar la energización accidental de los mismos para la seguridad de las personas, del

sistema y del medio ambiente. Para ISA INTERCOLOMBIA las reglas de oro están indicadas en el Manual Unificado para la Operación y Mantenimiento Seguro las cuales son de carácter obligatorio.

A continuación, se indica en cada punto, los lineamientos técnicos necesarios para las reglas de oro en subestaciones encapsuladas GIS de alta y extra alta tensión:

1. Reglas de oro para las subestaciones GIS

1.1. Abrir

1.1.1. Abrir fuentes de tensión

En el caso de subestaciones encapsuladas en SF₆, en las cuales no es posible ver el mecanismo de corte, a fin de constatar que el equipo a intervenir se encuentre aislado de las fuentes de alimentación, se procederá como se indica a continuación:

- Antes de la desconexión del activo verificar que los supervisores de tensión, los cuales permanecen conectados, tengan la señalización encendida.
- Realizar las maniobras necesarias para la desconexión del activo.
- Revisar en el indicador de posición y en el LCC que el equipo se encuentra abierto.

Debido que la distribución física de los equipos en subestaciones encapsuladas GIS es compleja y se presta para confusiones y fácilmente se podría operar indeseadamente un seccionador o cuchilla de puesta a tierra, se recomienda utilizar un sistema de llaves por cada equipo como medida de control, para minimizar el posible riesgo de accidente que durante una apertura manual se intervenga el mecanismo incorrecto. Este mecanismo de control es utilizado en las

subestaciones GIS de CTEEP. Ver figura 2.

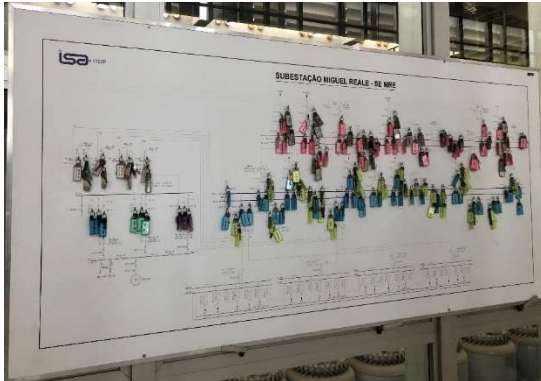


Fig 2. Mecanismo de control para la operación correcta de equipos GIS

1.1.2. Corte Visible

Debido que para las subestaciones GIS el corte no puede ser visible, se recomienda utilizar el término de corte efectivo, debido que la verificación de la posición del equipo se hace a través de un dispositivo mecánico que permita identificar claramente las posiciones de apertura y cierre (indicador de posición). Como se muestra en la figura 3 a modo de ejemplo, para una subestación GIS del fabricante HITACHI (figura a) y General Electric (figura b).



Figura a. Indicador de posición GIS Hitachi.



Figura b. Indicador de posición GIS General Electric

Fig 3. Indicadores de Apertura o Cierre en Subestaciones Encapsuladas

1.2. Bloqueo y condena de equipos

1.2.1. Bloqueo eléctrico y mecánico

Para realizar el bloqueo eléctrico en las subestaciones encapsuladas GIS el procedimiento a seguir es el siguiente. Ver figura 4:

- Interrumpir corriente de alimentación motor (bajar MCB)
- Bloquear MCB
- Señalización “No operar”



Fig 4. Bloqueo eléctrico LCC Subestación GIS

En las subestaciones encapsuladas GIS el selector

de los seccionadores designados como corte efectivo no se pueden poner en posición cero o desconectado y en algunos otros casos, no se podrá bajar el MCB que alimentación el motor porque tanto el selector como la alimentación del motor es agrupada por bahía. Para subestaciones encapsuladas, donde se tiene un selector por bahía (o que la alimentación del motor sea agrupada), se debe garantizar que al menos el seccionador como corte efectivo tenga abierta la alimentación del motor.

Para poder realizar el correcto bloqueo mecánico en las subestaciones GIS se requiere lo siguiente:

- Dispositivos y accesorios de bloqueo mecánico.
- Elementos de acceso para los mecanismos de operación (escaleras, pasarelas, andamios, etc).
- Personal Certificado y con los elementos necesarios para trabajo en Alturas.

En las subestaciones encapsuladas GIS no se considera necesario realizar siempre el bloqueo eléctrico y mecánico en los seccionadores y cuchillas de puesta a tierra de las GIS. A continuación, se describe cada una de sus aplicaciones:

- Cuando no hay simultaneidad de trabajos mantenimiento o requerimientos operativos y el ingeniero de la S/E se encuentre solo en sitio y el bloqueo mecánico implica trabajos en alturas, no será necesario realizar bloqueo mecánico. Solo se requiere bloqueo eléctrico debido que no se contempla un riesgo de operación indebida del corte efectivo.
- Cuando hay simultaneidad de trabajos mantenimiento o requerimientos operativos y el ingeniero de la S/E está acompañado por el personal de mantenimiento, será necesario realizar bloqueo eléctrico y mecánico. En este

caso, el personal de mantenimiento u operación deberá estar habilitado para realizar trabajos en altura y hacer las condenas respectivas.

1.2.2. Condena de Equipos

Todos los mecanismos de operación tienen un sistema mecánico para instalar un candado y bloquear mecánica y eléctricamente la operación de los equipos (similar que las subestaciones AIS). Sin embargo, la mayoría de los equipos se encuentran ubicados a alturas superiores a 2 metros donde es necesario realizar trabajos en altura. Ver figura 5.



Fig 5. Bloqueo mecánico Subestación GIS

1.2.3. Estación de condena o bloqueo

Todas las subestaciones GIS están dotadas de una llave maestra en los gabinetes de control (LCC) que al ser operada inhabilita todos los bloqueos eléctricos y en caso de ser utilizada erróneamente se puede operar incorrectamente un mecanismo pudiendo generar graves accidentes. Se recomienda que la llave que habilita este selector este siempre custodiada por el ingeniero de operación debidamente identificada. Esta llave es de uso exclusivo para realizar mantenimientos en la subestación GIS y solo se le debe entregar al jefe de los trabajos. Durante la operación de la GIS está prohibido el uso de esta llave maestra y su utilización debe ser autorizada por el director del CTE. Ver figura 6.

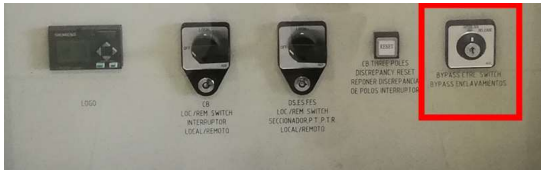


Fig 6. Llave maestra que inhabilita los bloqueos eléctricos

1.3. Verificar Ausencia de tensión.

En la mayoría de los tramos de las subestaciones encapsuladas no se tiene acceso a la parte activa donde se encuentran los equipos energizados, por tal motivo no es posible realizar la comprobación de ausencia de tensión mediante un detector de tensión por proximidad o toque. Solo se puede verificar ausencia de tensión en las salidas de las líneas, cuando estas son aéreas. Debido a lo anterior, para verificar la ausencia de tensión en las subestaciones GIS se realizará el siguiente procedimiento por parte del jefe de Trabajos Principal y el Asistente/Ingeniero de la Subestación:

- Verificar el aislamiento de la zona de trabajo mediante la apertura, enclavamiento y condena de los respectivos seccionadores.
- Verificar en los equipos de medida disponibles en Subestación (LCC, IHM, medidores digitales, análogos, relés de protección, etc.) la ausencia de tensión en las tres (3) fases.
- Confirmar con el CSM que las demás Bahías o fuentes de alimentación del activo a intervenir se encuentran abiertas.

1.4. Puestas a tierras.

Las subestaciones encapsuladas GIS vienen integradas con un conjunto de cuchillas de puesta fijas contiguas a los seccionadores las cuales pueden ser utilizadas para poner a tierra ciertos tramos de las GIS y poner en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión que inciden en la zona de trabajo.

Se deben clasificar como cuchilla de Puesta a Tierra Operativa y Cuchilla de Puesta a Tierra para Mantenimiento de acuerdo con lo definido en el plan de trabajos.

Para poder realizar las pruebas de resistencia de contacto y tiempos de operación en las subestaciones GIS se debe aislar una de las cuchillas de puesta a tierra para mantenimiento, para poder realizar la inyección de corriente y tensión en la parte activa de los equipos. Se debe validar que la cuchilla de puesta a tierra para mantenimiento que se aislé no esté asociada al seccionador de corte efectivo. En caso de que se retiren los bloques o link de la cuchilla de puesta a tierra operativa asociada al corte visible, por fenómeno de inducción podría haber una descarga eléctrica por contacto directo. Ver figura 7

Antes de aislar una cuchilla de puesta a tierra para mantenimiento se debe coordinar previamente con el jefe de trabajos para evaluar el riesgo.



Fig a. Link de conexión de una subestación GIS fabricante ALSTOM.



Fig b. Link de conexión de una subestación GIS fabricante HITACHI.

Fig 7. Aislamiento de cuchillas de puesta a tierra para mantenimiento para inyección de corriente y tensión.

1.5. Señalización y demarcación

Debido a la configuración de los equipos en las subestaciones GIS de alta y extra alta tensión, donde solo es posible ver los compartimientos que están presurizados en gas SF6 a diferentes niveles de alturas, no es efectivo realizar la señalización solo con cintas como se hace en equipos AIS de alta y extra alta tensión. Ver Figura 8.



Fig 8. Distribución física de equipos en subestación GIS de alta tensión.

Se recomienda que para las subestaciones GIS se demarque las áreas de trabajo y los gabinetes de control con un sistema de bandas similar a como se demarcan las celdas de media tensión. Estas bandas deberán ir fijadas tanto en los compartimientos como en los LCC que hacen parte de la actividad de mantenimiento. Si los

trabajos lo requieren, se podrán instalar cintas alrededor de los equipos para evitar la circulación de personal que no participa en la ejecución.

Se debe instalar etiquetas de “No Operar”. En los selectores de los equipos que están condenados. Ver figura 9.



Fig 9. Señalización LCC.

Usualmente cuando se realicen trabajos de mantenimiento en subestaciones GIS se debe manipular las presiones de gas SF6 de los compartimientos. Se recomienda utilizar un sistema de banderas como el indicado en la figura 10 para que se pueda identificar fácilmente la presión de cada compartimiento: Presión nominal, presión reducida o vacío. Estas etiquetas se instalan en las válvulas de llenado de SF6 de cada compartimiento.



Fig 10. Indicadores de presión por compartimiento

2. Conclusiones y Recomendaciones

A pesar que varias de los lineamientos y recomendaciones técnicos que se propusieron anteriormente fueron incluidos en la versión 10.0 del Manual Unificado Para la Operación y Mantenimiento Seguro (MUPOMS), es necesario seguir enfocando esfuerzos para implementar de forma correcta las reglas de oro en subestaciones encapsuladas tipo GIS, las cuales difieren con las reglas de oro implementadas en las subestaciones tipo AIS, donde la empresa ha ahondado lo suficiente y tiene una gran experiencia, evitando la energización accidental de los equipos para la SEGURIDAD de las personas, del sistema y del medio ambiente.

Siendo la SEGURIDAD el valor diferenciador de ISA y sus empresas, se propone que para futuras versiones del MUPOMS sea incluida, en una sola sección, cual son las reglas de oro para la operación y mantenimiento seguro de las subestaciones GIS, involucrando todas las áreas responsables de materializar dichos lineamientos,

generando los espacios necesarios para debatir los cambios que estos nuevos lineamientos implican y trayendo nuevas oportunidades para ser cada vez más rigurosos en el núcleo del negocio de ISA INTERCOLOMBIA.

AUTORES

1. Nombre del autor: Cristian Yesid Urrea Aguirre
Cargo: Líder de Mantenimiento
Empresa: ISA INTERCOLOMBIA
País: Colombia
Correo: currea@intercolombia.com
Celular: +57 3146868088
3. Nombre del co-autor: Ariel Fernando Rúa Moncada
4. Cargo: Especialista equipos de patio
Empresa: ISA INTERCOLOMBIA
País: Colombia
Correo: afrua@intercolombia.com
Celular: +57 3005440260