



**XXIII SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GOP/20
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO - IX

GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS- GOP

**ESQUEMA SCADA MULTISITE PARA CENTROS DE CONTROL, OPERACIÓN EN CONDICIONES
NORMALES Y DE CONTINGENCIA**

**William Pabón Duarte (*)
INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P.**

**Raúl Ernesto López Vargas
XM S.A. E.S.P.**

RESUMO

La operación de los Centros de Control de las empresas INTERCOLOMBIA y TRANSELCA, Filiales de ISA en Colombia, es realizada desde Centros de Control independientes, situados en las ciudades de Medellín y Barranquilla, respectivamente. Estos Centros de Control, desde la etapa de diseño, fueron concebidos para operar en un Esquema MultiSite, que permite mantener los dos Centros de Control permanentemente interconectados a través de un Canal de Comunicaciones, de tal forma que en los dos sitios se cuenta siempre con la información operativa de las subestaciones de las dos empresas. Igualmente existe un sistema de comunicaciones redundante que permite llevar la información de cada una de las subestaciones a cada uno de los dos sitios.

Esta configuración facilita los esquemas de respaldo entre uno y otro sitio de tal forma que cualquiera de los dos sitios puede asumir la operación completa de las subestaciones de INTERCOLOMBIA y TRANSELCA. Igualmente es posible el control parcial de la red de una u otra empresa. Lo anterior se basa, adicional a la infraestructura ya descrita, en una serie de configuraciones de perfiles, tanto a nivel de usuario como a nivel de máquina y de sitio, de tal forma que cada operador pueda supervisar y controlar la porción de red asignada, sin interferencia de información de las demás subestaciones que no están bajo su responsabilidad.

Este tipo de esquema permite blindar al proceso de operación contra una serie de fallos o contingencias que puedan afectar el normal funcionamiento. Estas fallas o escenarios de contingencia han sido estudiados y condensados en un Plan de Contingencias para el Centro del Control, llamado en INTERCOLOMBIA Centro de Supervisión y Maniobras (CSM). Se identifican las siguientes contingencias que pueden afectar el normal funcionamiento del CSM.

- Pérdida total o parcial de la supervisión de las subestaciones. Enfocado en los problemas o fallas en comunicaciones, RTU, SAS.
- Pérdida total o parcial del Sistema de Supervisión y Control (SCADA). Enfocado en los problemas de software, hardware o energía asociados al centro de control. También, se deben considerar acciones externas que obliguen a la desactivación de la plataforma de SCADA.
- Pérdida total o parcial del sistema de comunicaciones de voz. Asociado a la plataforma telefónica operativa y a las extensiones operativas. También, se deben considerar acciones externas que obliguen a la desactivación de la plataforma de telefónica operativa.
- Pérdida total o parcial de la funcionalidad del Centro de Control, debido a amenaza o atentado terrorista, incendio o conato de incendio, fenómenos naturales como terremotos, maremotos, huracanes, vendavales, lluvia torrencial, inundación, erupción volcánica o emisión de cenizas, entre otros.
- Problemas de acceso a las instalaciones del centro de control o incapacidad total o parcial del personal de turno del Centro de Control, debido a mítines, paros o bloqueos de las vías de acceso, daño en vías de acceso debido a fenómenos naturales, problemas de salud, familiares o personales, que impidan el desarrollo de actividades del turno o la asistencia al mismo, calamidad doméstica, accidente de trabajo, ya sea dentro de las instalaciones o en el desplazamiento a cumplir con el turno.

Para cada uno de estos escenarios se realizan, de forma periódica, simulacros que permitan medir la efectividad de las medidas de prevención y realizar correctivos donde sea necesario.

Este trabajo pretende compartir las experiencias de INTERCOLOMBIA y TRANSELCA en la implementación de Centro de Control en Esquema MultiSite y sus respectivos Planes de Contingencia para evitar eventualidades.

PALAVRAS-CHAVE

Centros de Control, MultiSite, SCADA, Comunicaciones, Terminal Remota, Operación Remota, Sistemas de Transmisión de Energía

INTRODUÇÃO

La Operación de Sistemas Eléctricos típicamente se realiza desde puntos centralizados, llamados comúnmente Centros de Control. Estos Centros de Control utilizan diferentes arquitecturas, para dar confiabilidad y seguridad a la operación remota. La arquitectura más común es la de un Centro de Control Principal y un Centro de Control de Respaldo, la cual tiene ventajas desde el punto de vista económico, pero que desde el punto de vista de confiabilidad puede presentar algunas falencias. En este artículo se presentan las características de un nuevo tipo de arquitectura para Centros de Control, denominada Esquema MultiSite, la cual, como su nombre lo indica permite la operación simultánea desde “N” puntos del sistema. Esta configuración fue implementada en los años 2011 a 2013, durante la modernización de los Centros de Control de algunas de las empresas del Grupo ISA (INTERCOLOMBIA y TRANSELCA en Colombia y REP en Perú)

1.0 - ARQUITECTURA TRADICIONAL CENTRO DE CONTROL PRINCIPAL – CENTRO DE CONTROL DE RESPALDO

La arquitectura tradicional que se ha usado para Centros de Control es la de Centro de Control Principal y Centro de Control de Respaldo, la cual con algunas variantes se ha mantenido por mucho tiempo. En este esquema, la información de las subestaciones eléctricas llega mediante canales de comunicación al Centro de Control Principal y desde este se actualiza el Centro de Control de Respaldo. Esta actualización se puede realizar en línea, periódicamente o por demanda, dependiendo de las necesidades.

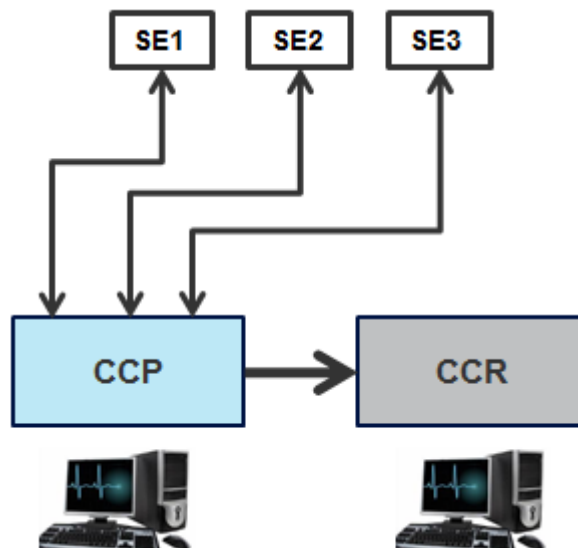


FIGURA 1 – Arquitectura Centro de Control Principal – Centro de Control de Respaldo en Operación Normal
(Fuente: Desarrollo Propio)

En caso de una contingencia en el Centro de Control Principal, se debe realizar una conmutación de las comunicaciones hacia el Centro de Control de Respaldo. Esta acción se puede realizar de forma manual o automática. Igualmente si el Centro de Control de Respaldo no opera En Línea, se pueden generar lapsos de tiempos, en los cuales no se tendrá la supervisión y control del sistema, lo cual es bastante riesgoso. En este caso las empresas deben contar con un procedimiento de contingencia que garantice la operación en sitio, en el menor tiempo posible. Igualmente se puede presentar pérdida de datos históricos, durante el tiempo que se tarde la conmutación de comunicaciones.

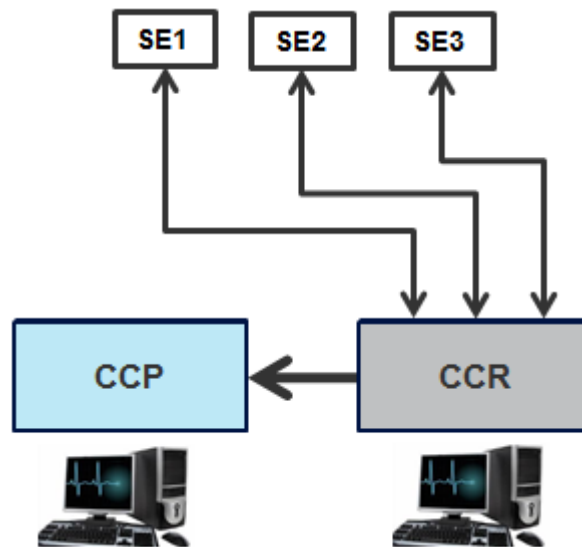


FIGURA 2 – Arquitectura Centro de Control Principal – Centro de Control de Respaldo en Operación en Contingencia. (Fuente: Desarrollo Propio)

Se consideran ventajas a nivel económico, sin embargo el desarrollo tecnológico actual en comunicaciones y en equipos terminales remotos, permite buscar nuevas alternativas que nos lleven a elevar la confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico.

2.0 - ARQUITECTURA MULTISITE

2.1 Componentes Básicos

En la configuración básica de los sistemas de control para un Esquema MultiSite, se identifican los siguientes componentes que hacen parte del esquema de operación y control, relativo a la plataforma SCADA/EMS:

Terminal Remota –TR: Nivel de terminales remotas, sistemas automáticos de control, sistemas de control Coordinado e IEDs de subestación, las cuales transmiten la información de tiempo real requerida por el sistema. Los Centros de Control de los diferentes sitios, por ejemplo Sitio 1 y Sitio 2, están en capacidad de recibir la información simultáneamente de las Terminales Remotas de manera lógica y parametrizable. El enrutamiento de la información entre los centros de control se realiza a nivel lógico en el Sistema SCADA.

Infraestructura de Comunicaciones: Sistemas de comunicaciones por diferentes medios, que permiten recibir y enviar información desde y hacia Terminales Remotas. La clave del Esquema MultiSite está en que estos canales de comunicación que van desde las Terminales Remotas hasta cada uno de los Sitios del MultiSite, efectivamente sean canales independientes y en caso de pérdida de uno de ellos no se pierdan los demás.

Infraestructura de Red LAN y WAN: Red de comunicación en la que están conectados los servidores y terminales del sistema SCADA/EMS. Los equipos de conexión y conmutación, la red principal y la de respaldo. Los diferentes sitios se encuentran en una gran red que les permita estar sincronizados todo el tiempo.

Sistema de Desarrollo y Aseguramiento de la Calidad –QADS: Conjunto de servidores del sistema SCADA/EMS, que permiten el desarrollo y pruebas de software y de las aplicaciones; adicionalmente es allí, donde se realiza el mantenimiento de base de datos, el diseño de los despliegues y demás labores de soporte del sistema, bajo los requerimientos de continuidad del negocio. Este sistema es muy importante porque garantiza que la parametrización, bases de datos y ajuste de los dos sitios permanezca actualizada y sincronizada.

Nivel de Usuario: Es el conjunto de usuarios de diferente tipo, que haciendo uso de los recursos de los nodos de procesamiento, cumplen con sus tareas, ya sea en el ambiente de operación, de ingeniería, de estudios eléctricos o de entrenamiento. Los accesos se asignan por medio de la definición de roles y de áreas de responsabilidad. Un usuario no está limitado a las funciones soportadas por Sitio 1 sino que tiene acceso autorizado como usuario remoto a los demás sitios que existan y en los cuales esté autorizado.

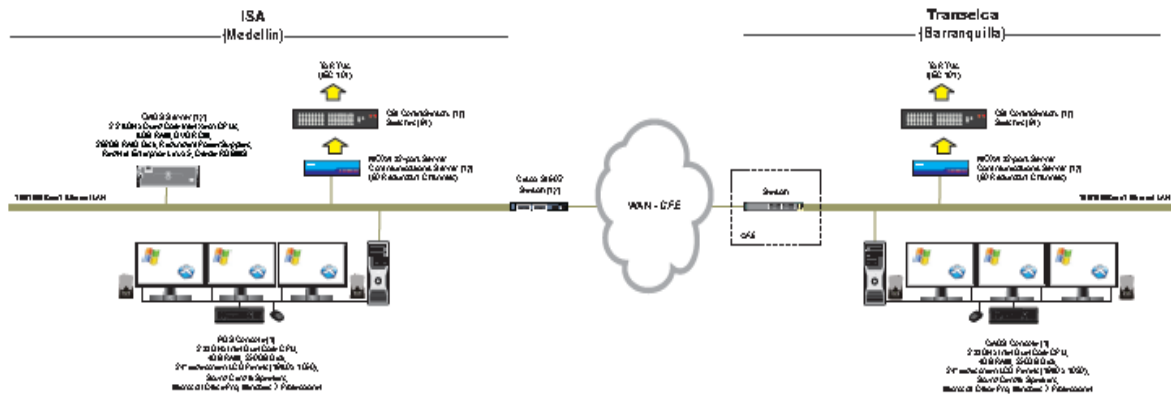


FIGURA 3 – Componentes Básicos de la Arquitectura MultiSite (Fuente: Proyecto Centros de Control ISA-TRANSELCA-REP)

2.2 Operación Básica de un Esquema MultiSite

En la Operación en Esquema MultiSite, un operador tiene la posibilidad de realizar la operación del Sistema Eléctrico, de diversas maneras, de acuerdo con las necesidades del mismo, por ejemplo:

- Desde un sólo sitio, controlar todo el sistema, independiente del sitio en el cual se haga la adquisición de la información.
- Operar solo una parte de la red y tener supervisión del resto de la red.
- Operar parte de la red, tener información de una parte de la red que es de su interés y no tener información del resto de la red, la cual no es de su interés.

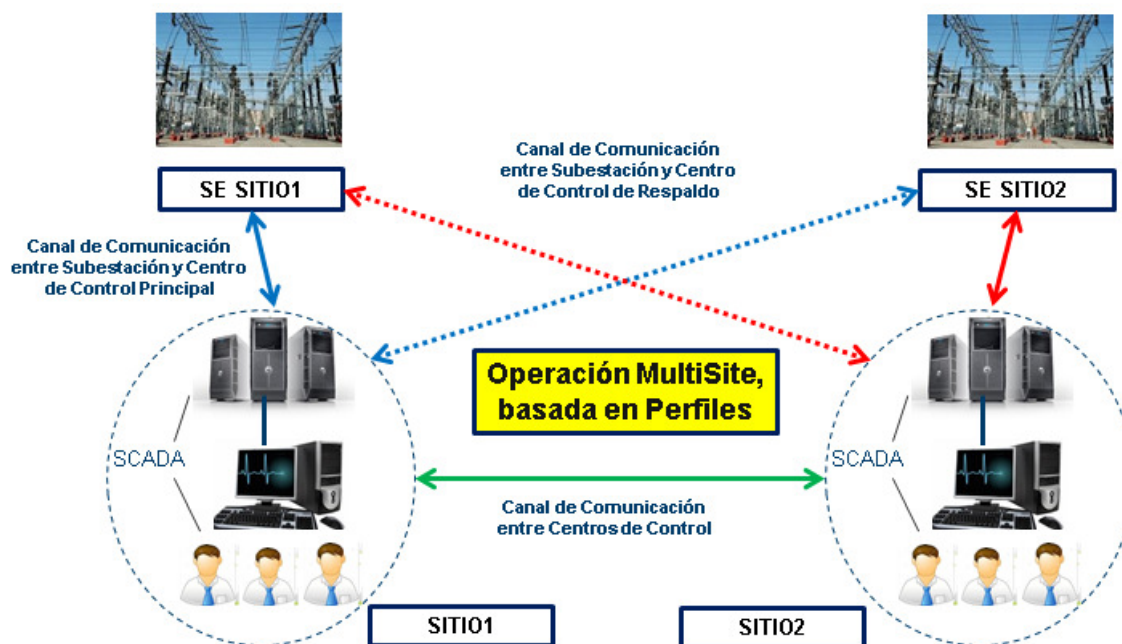


FIGURA 4 – Arquitectura MultiSite, con Operación para Dos Sitios (Fuente: Desarrollo Propio)

Lo anterior es posible mediante:

- Asignación de perfiles de usuarios, de acuerdo con su función: Operador, Administrador, Consulta.
- Asignación de permisos a los diferentes Sitios, para controlar o no, una parte de la red. Como medida de precaución sólo un sitio debe tener las opciones de control sobre determinada Terminal Remota. Este proceso lo llamamos Responsabilidad de Sitios. El sitio definido como responsable del procesamiento de la información, originalmente hace la adquisición, sin embargo aprovechando el concepto MultiSite, se puede hacer que el sitio responsable no sea el mismo de la adquisición.

- Agrupación de los puntos supervisados en Áreas de Responsabilidad y Grupos de Áreas de Responsabilidad, lo cual permite determinar para esos grupos, desde que sitio y que perfiles de usuario los podrán controlar o supervisar. En caso de contingencia esta funcionalidad permite, fácilmente pasar el control para un sitio o un usuario que no estén en contingencia.

Algunas características de este Esquema MultiSite para una configuración de dos sitios, son:

- Los operadores del Sistema del Sitio 1 coordinan la operación del área asociada a las subestaciones bajo su responsabilidad (Y viceversa)
- De ser necesario, los operadores del Sistema del Sitio 1 puede monitorear y observar la información de las subestaciones, que son supervisadas y controladas por el Sistema del Sitio 2 (Y viceversa)
- Desde el punto de vista de Enlaces ICCP con otros Centros de Control, el Sistema del Sitio 1 intercambia información con el operador del sistema (XM, COES) cuya información se encuentre bajo su control.
- El operador del sistema envía la información al Sistema del Sitio 1 por medio del Enlace ICCP. Tal información es referida a aquellos activos observables por el Sistema del Sitio 1.
- Dado que la información de todo el sistema eléctrico se tiene en los dos sitios, cualquiera de los dos sitios podría intercambiar información con el operador del sistema, se aumenta así la confiabilidad en la operación de los sistemas eléctricos de un país.
- El Sitio 2 opera de igual forma análoga al Sitio 1, para los equipos que son de su responsabilidad y se encuentren bajo su control.

2.3 Esquema MultiSite para INTERCOLOMBIA - TRANSELCA

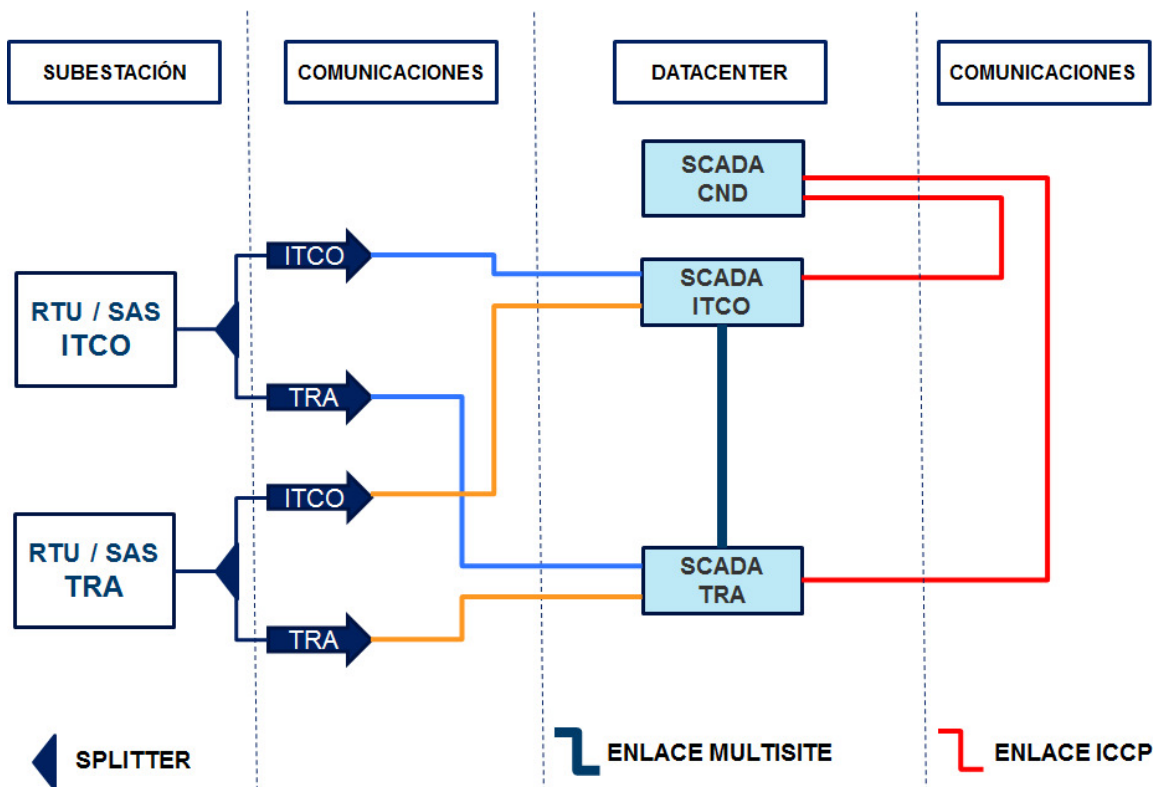


FIGURA 5 – Esquema MultiSite para INTERCOLOMBIA - TRANSELCA (Fuente: Desarrollo Propio)

El Esquema MultiSite implementado para INTERCOLOMBIA - TRANSELCA, permite la operación en condiciones normales, de las Subestaciones de INTERCOLOMBIA y de TRANSELCA desde cada uno de sus Centros de Control. También permite el envío de información al Operador del Sistema (XM) a través de Enlaces ICCP desde cada sitio. Los sitios están interconectados a través de un enlace dedicado de 30 Mb, que permite mantener sincronizados los dos sitios.

Para el sistema QADS, se tiene un servidor principal en el Sitio 1 (ITCO) y un servidor secundario en el Sitio 2 (TCA). Sólo se puede trabajar en desarrollo desde uno de los dos QADS, lo cual garantiza la integridad de los datos.

Para el Sistema de Históricos, la información de cada Sitio es almacenada tanto en el Servidor del sitio propio como en el del Sitio remoto, lo cual garantiza el respaldo de la información, al contar con la información almacenada en cuatro puntos diferentes (Servidores duplicados en cada sitio)

3.0 - ANÁLISIS DE CONTINGENCIAS EN ESQUEMA MULTISITE

Dentro de las contingencias que se pueden presentar en un sistema que opere en Esquema MultiSite, tenemos: Falla en el Canal de Comunicaciones de una Terminal Remota, Falla de la Infraestructura de uno de los Sitios y Falla en el Canal de Comunicaciones MultiSite.

3.1 Falla en el Canal de Comunicaciones de una Terminal Remota

En condiciones normales de operación las RTU son Escaneadas por el Canal Principal en el Sitio desde el cual se van a operar.

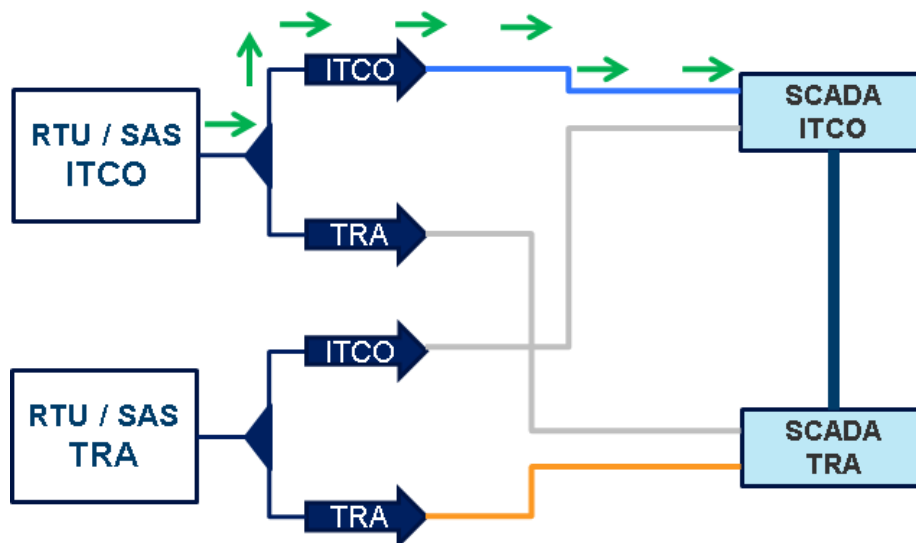


FIGURA 6 – Escaneo de una Terminal Remota en Condiciones Normales (Fuente: Desarrollo Propio)

En caso de falla de ese Canal Principal, el sistema de forma automática verifica la conectividad por el Canal Secundario y desde este, a través del Canal MultiSite, empieza a escanear la información, siendo un proceso muy transparente para el Operador. En este escenario el sitio dos, para nuestro caso, TRANSELCA, no es responsable por la RTU, solo hace la adquisición de los datos y se los pasa al sitio 1, ITCO, para que este procese la información y luego se la entregue al sitio 2 procesada.

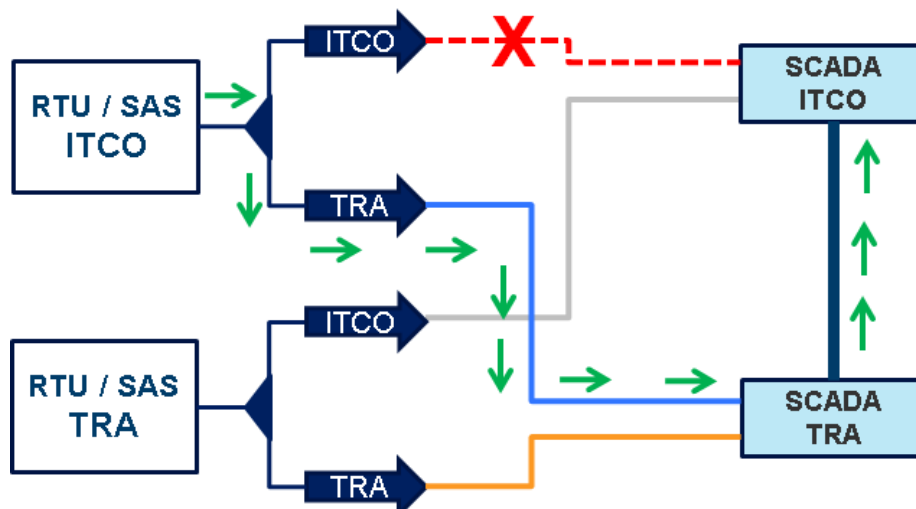


FIGURA 7 – Escaneo de una Terminal Remota ante Falla del Canal Principal (Fuente: Desarrollo Propio)

3.2 Falla en la Infraestructura de uno de los Sitios

En caso de falla de uno de los sitios, la operación del sitio fallado se puede realizar de forma completa y sin restricciones desde el otro sitio, para lo cual simplemente se define como sitio responsable de las subestaciones que se estaban operando desde el sitio fallado, el nuevo sitio y los usuarios del sitio fallado se proceden a autenticar en el sitio nuevo, sin ninguna restricción.

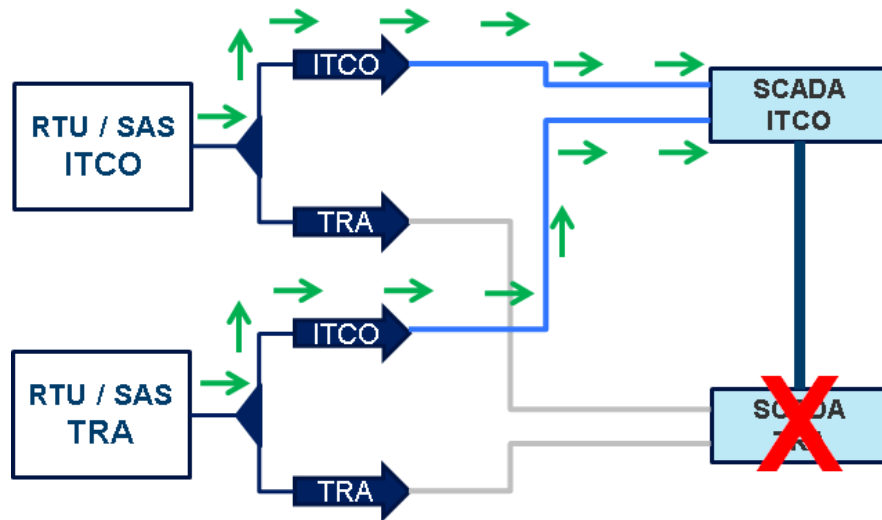


FIGURA 8 – Esquema de Operación ante Contingencia de un Sitio (Fuente: Desarrollo Propio)

3.3 Falla en la Canal de Comunicaciones MultiSite

En caso de falla del Canal de Comunicaciones MultiSite, los sitios quedan operando de forma independiente y autónoma, con la configuración que tenían previa a la falla. En caso de requerir realizar algún ajuste a esta configuración durante el período de falla, el personal de Soporte SCADA debe realizar las configuraciones de forma manual en ambos sitios.

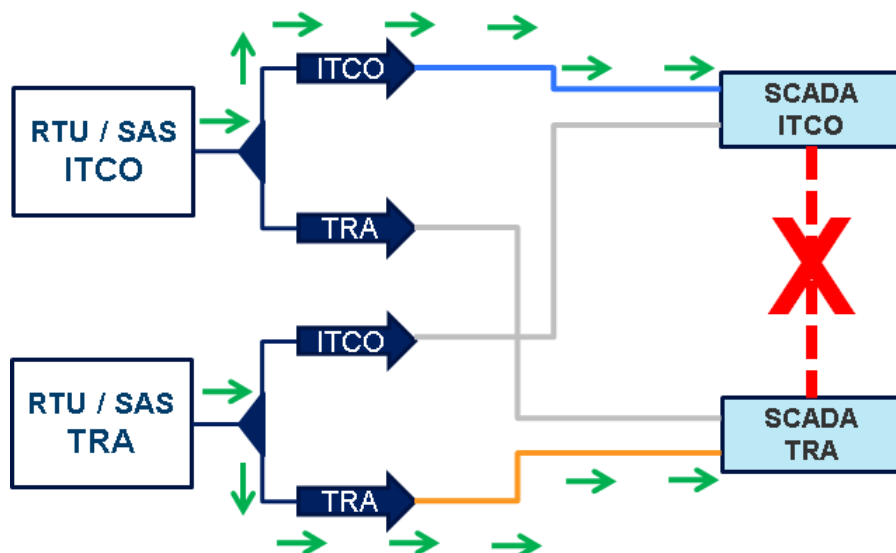


FIGURA 9 – Esquema de Operación ante Contingencia del Canal MultiSite (Fuente: Desarrollo Propio)

4.0 - CONCLUSÃO

La arquitectura MultiSite ofrece un nivel de confiabilidad mayor que la arquitectura tradicional de Centro de Control Principal – Centro de Control de Respaldo, aprovechando los avances tecnológicos en comunicaciones y en equipos terminales remotos.

La asignación de la responsabilidad de un sitio a la supervisión de un segmento del sistema es lógica y no exige modificaciones físicas en ninguno de los componentes. Este concepto es muy importante y lo que hace es complementar el concepto de Áreas de Responsabilidad en la que se asignan porciones de la red a perfiles de operación.

La operación de la red se realiza segmentando la misma en Áreas de Responsabilidad, las cuales podrán ser operadas desde los Sitios a los cuales se les habiliten los permisos respectivos y por los Perfiles de Usuario definidos para tal fin.

En caso de pérdida del Canal de Comunicaciones entre los Centros de Control, estos continúan operando de forma individual sin inconvenientes. De ser necesario algún cambio de configuración para operar una porción de la Red desde otro Centro de Control, este se puede realizar de forma controlada sin ningún inconveniente.

Al contar con la información de supervisión de las subestaciones en cada uno de los sitios del MultiSite, ante una contingencia de uno de los sitios no hay pérdida de información y se puede retomar la operación de forma rápida desde el sitio que esté habilitado para ello, mediante Perfiles de Usuario habilitados para operar esa porción de la Red.

La Arquitectura MultiSite permite, que ante pérdida del Canal de Comunicaciones de una subestación, la supervisión de esta no se pierda en el Centro de Control, dado que la información llega a través del canal de comunicación alterno y al canal de comunicación entre los sitios.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Especificaciones Técnicas, Proyecto Adquisición Centros de Control para ISA, Transelca y REP. Grupo ISA, 2010.
- (2) Experiencias en la Implementación de un Sistemas SCADA MultiSite, con EMS y OTS, para las Empresas de Transporte de Energía del Grupo ISA, Grupo ISA, 2014.

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



William Pabón Duarte, Ingeniero Electrónico de la Universidad del Valle, Cali, Colombia. Especialista en Transmisión y Distribución de Energía de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, Colombia. Actualmente se desempeña como Especialista de Operación CSM en la Dirección Operación de INTERCOLOMBIA, Filial del Grupo ISA en Colombia.



Raúl Ernesto López Vargas, Ingeniero de Sistemas. Actualmente se desempeña como Especialista Operación Tecnología en la Dirección Arquitectura y Operación de Tecnología de XM, Filial del Grupo ISA en Colombia