

## TITULO: SOLO RECONECTADORES INTELIGENTES CONSTRUYEN REDES INTELIGENTES

Autores: NEIL O'SULLIVAN, BRUNO KIMURA

### Resumen:

Una Red Inteligente está en la agenda de casi todas las empresas de energía en el mundo hoy en día, una verdadera red inteligente comienza con la autorización de la empresa de redes de distribución y la llave o bloque de construcción para la automatización de sistemas de distribución son los reconectores. Que necesitan los reconectores para facilitar este bloque de construcción? Este documento intenta resumir esta solución

### Introducción:

Las empresas de energía del mundo enfrentan cambios similares cada día para sobrellevar los problemas de Generación, Transmisión y Distribución los cuales varían desde calidad, ininterrumpible suministro para inversionistas y sectores comerciales enfocándose en incrementar el volumen de ventas, evitando multas de los cuerpos reguladores (en algunos países), y últimamente incrementando el beneficio financiero de los inversionistas.

Actualmente no hay una única o universal definición aceptada para red inteligente, su concepto ciertamente relaciona una aproximación de vanguardia y liderazgo con productos de tecnología para optimizar la operación de los sistemas de potencia, mejorando la calidad de la energía, e incrementando la utilización de los equipos, reducción de mantenimiento de equipos y costos relacionados a reparación creando o apoyando nuevos servicios costo – relación, disminución de pérdidas eléctricas en sistemas de distribución, reducción promedio de la demanda eléctrica, vender más kilovatios –hora de electricidad, disminuir costos de producción y cumplir objetivos ambientales (Green Energy) y otros.

Considerando los conductores de negocios mencionados, las oportunidades del negocio actuales en automatización, distribución envuelve optimización de VOL / VAR, detección de fallas, aislamiento y restauración, protección digital y control de la automatización, monitoreo general /aplicaciones de diagnósticos, Sistemas SCADA DMS, OMS, y GIS entre otros.

Específicamente para el sector de distribución el cual es discutiblemente el mas problemático y por lo tanto la parte menos confiable del sistema de potencia, detección de fallas, aislamiento y restauración disponibles en las empresas de distribución eléctrica para reconfigurar remotamente la red eléctrica o automáticamente en respuesta a interrupciones planeadas y no planeadas Actualmente los sistemas de protección inteligentes digitales permiten que estos procesos sean automatizados.

El beneficio primario de la detección de fallas, aislamiento y restauración es confiablemente mejorado midiéndolo frecuentemente usando el índice de duración de interrupción en un sistema promedio (SAIDI).

Los reconectores son vistos como la llave o bloque de construcción de una red inteligente disponible para la detección de fallas, aislamiento y programas de restauración en sistemas de distribución y el resultado de este hecho ha sido sin precedentes el incremento de la demanda global para este producto.

Muchas empresas de energía están cambiando la compra de soluciones más baratas. Una solución completa en un producto como el reconector considera una larga vida y una ambientalmente amigable solución un tanque con contenedor de arco de falla y ventilación para seguridad. Medida de voltaje y corriente en ambos lados del equipo y un poderoso controlador con base microprocesada pueden proporcionar la completa solución a una Red inteligente.

Un reconector inteligente ofrece un diseño de solución completo con capacidad integrada de red inteligente ofreciendo no solo un control remoto además automatización, medida de datos análogos, capacidad de registro, obtención de controladores en el negocio de la empresa de energía.

Los reconectores inteligentes proveen automatización para distribución automatizada, medida análoga instantánea para optimización de medidas de VOL-VAR, detección automática de fallas incluyendo capacidad completa de medida de falla

direccionales por aislamiento automatizado y restauración, múltiples protocolos de comunicación con capacidad de mapeo GPS para ser integrados dentro de los más recientes sistemas DNS.

Esta es la visión de los autores que solo reconectadores inteligentes con hardware y

### Hardware Inteligente

Al mismo tiempo que un reconectador inteligente es una buena contribución es capaz de hacer cercanamente lo relacionado a su código de firmware y software, el correcto hardware es la base pero no solo soporta este avanzado software sino también asegura un largo campo comprobado para un tiempo libre de mantenimiento.

#### ✓ Actuadores Magnéticos

Para un interruptor montado en polo poste una de las más críticas consideraciones debe estar siempre asociada con los requerimientos de energía para operar el equipo. Porque en un polo montado un sistema de suministro de energía UPS es requerido para operar el controlador y los equipos remotos de comunicación. Es también importante que el reconectador tenga la habilidad de ser operado independientemente de la presencia del suministro de AT para asegurar que el reconectador puede ser abierto y cerrado en una línea desenergizada.

Los actuadores magnéticos combinados con interruptores al vacío cumplen el máximo requerimiento de fuerzas y el máximo requerimiento de energía de operación el cual ofrece la mejor solución. Los actuadores magnéticos también alta velocidad para autorecierre con ciclos de operación tan rápidos como CO-0.1s-CO-1s-CO-1s-CO, utilizando la energía contenida en el sistema de carga de capacitores usada proporcionar la energía para el disparo y cierre del equipo.

comunicación para integración de SCADA junto software dirigido, construyen redes inteligentes y algunas de estas importantes características de estos computadores en postes son brevemente discutidos en los siguientes párrafos.



Figure 1 3D Modelling in Smart Recloser Design

#### ✓ Aislamiento en Dieléctrico Sólido: NO aceite / No gas

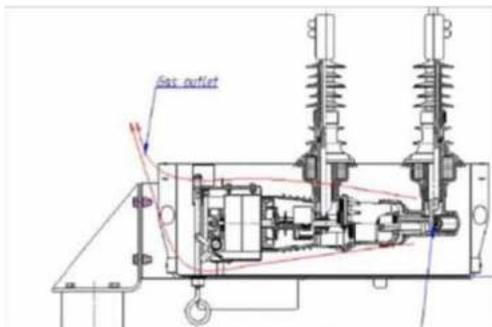
Los autoreconectadores han sido usados en redes aéreas de distribución desde inicios de los años 40 con la llegada del primer equipo hidráulico / aceite, el cual usaba aceite como medio de interrupción. La evolución entonces vio los interruptores al vacío dentro de acero y aluminio con aceite como medio de aislamiento y porcelana en los bujes. La siguiente generación de productos utilizó SF6 como medio de interrupción y aislamiento y más adelante involucró el uso de los interruptores al vacío dentro de tanques aislados en SF6 usando bujes de porcelana o poliméricos. Algunos de estas variantes de productos continúan disponibles en el mercado pero debe ser considerado tecnología desactualizada debido a los riesgos medioambientales y de salud asociados con el uso de SF6, mantenimiento regular y no son considerados como opción viable hoy en día.

Esta es la visión en la introducción del rango de productos de interruptores al vacío con sólido dieléctrico dentro del mercado. La mayoría de estos productos utilizan Resina Epoxica ciclo-alifática e interruptores al vacío embebidos dentro de polos de resina epoxica ciclo-alifática los cuales son expuestos al medio ambiente. Los mecanismos tipo actuador magnético son entonces usados en cada polo para operar el equipo. Estos actuadores magnéticos son normalmente encerrados en un acero o acero inoxidable medio el cual también provee la plataforma para el montaje

del polo de resina ciclo-alifática. Esta configuración ha alcanzado el objetivo de eliminar el uso de aislantes nocivos los cuales como SF6 y aceite con problemas medio ambientales, esta solución no presenta problemas de seguridad y una larga vida útil.

En adición los reconecadores pueden proporcionar contención de falla al arco y ventilación acorde con los requerimientos de la norma IEC62271-200:2003. Esta importante característica de seguridad opera para asegurar que el reconecador fallaría de manera controlada en caso que se desarrolle una falla interna en el tanque y el arco no podría ser extinguido resultando de una acumulación interna de presión. Esta es una preocupación particular que debe ser tomada en consideración con el incremento de la práctica de instalaciones línea vía usadas por empresas de electricidad alrededor del mundo cuando se están instalando nuevas plantas de media tensión y equipos no solo en áreas rurales sino también en arreas urbanas populares que forman parte de sus proyectos de redes inteligentes.

La patente de contención de falla de arco y ventilación es alcanzada por fabricantes de tanques de acero inoxidable desde grado 304 y ofrecimiento de ventilación de arco en el lado del polo del tanque.



**Figure 2 Arc Fault Containment & Venting Operation**

✓ Medida de Voltaje Fuente y Carga

Para proveer la máxima funcionalidad de un sistema completo DSA también se requieren las configuraciones de protección requeridas hoy en día por las empresas de energía, la habilidad de medir corriente y voltaje en todos los 6 bujes. Mientras la mayoría de los reconecadores puede ser actualizados (mejorados) para permitir su completo procedimiento de medida, esto es a menudo

obtenido con la adición de posteriores accesorios diseñados para ello.

Reconectadores inteligentes deben ser encajados con un set completo de accesorios de medida, el cual significa la medida de voltaje en todos los 6 bujes y la medición de corriente en las 3 fases y residuales para permitir una completa medición, protección y funciones de automatización para ser implementadas y esto puede lograrse con sensores de voltaje acoplados capacitivamente y transformadores de corriente encajados como estándar.

✓ Diseños electrónicos confiables

Reconectadores inteligentes son literalmente computadores avanzados montados en postes. Los postes por otro lado son ambientalmente fuertes para q los computadores estén sobre ellos, con un alto nivel de vibración y alteraciones y fallas eléctricas. Por esta razón, cuando se apunta a productos confiables de larga duración cada aspecto de los diseños electrónicos importa y debe ser considerado. Desde q el tanque del reconecador es posicionado a las líneas de MT donde los campos eléctricos son más fuertes y también, debido a la vibración del tanque durante la operación del ciclo de trabajo, es una buena estrategia remover todos las partes electrónicos activas del tanque y colocarlos en un cubículo de control donde los problemas mencionados arriba son minimizados. Los PCB colocados en el tanque han probado tener un punto débil en el diseño de interrupción en el que solo la tasa de falla incrementa significativamente pero el mantenimiento siempre requiere más trabajo, el cual últimamente significa costos mucho más altos.

Los reconectadores inteligentes deben tener un diseño modular el cual hace la producción, pruebas, solución de problemas y reemplazos eventuales considerablemente más fácil y más rápido. Los módulos mismos encierran PCB (usados Industria militar) y por lo tanto deberían ser construidos en acero reforzado(medio) constituyendo una jaula de faraday para los electrónicos que los aloja mientras provee una buena fuerza mecánica también. La comunicación entre los diferentes

módulos deben ser hechos vía corta y cables bien apantallados para reducir interferencia y fallos en las señales de MT mientras eliminan el pobre contacto eléctrico por una robusta y apropiada conexión, haciendo el control interior más limpio y mejor. Esta comunicación debe también ser regida por un protocolo confiable como el CAN, ampliamente usado en industrias donde los errores pueden ser fatales, como automotriz y o por aire. La combinación de los incrementos en los avances de diseño mencionados contribuye a un excelente campo de presentación que solo puede ser percibido una vez el equipo este en servicio.

#### ✓ FPGA Controlador Basado

Los controles del reconectador inteligente requieren un procesamiento sofisticado de señal para ofrecer una protección avanzada, medida y funcionalidad de automatización. Una compuerta de campo en serie programable (FPGA) provee la capacidad de realizar procesos en paralelo permitiendo algoritmos complejos para ser procesador simultáneamente. Un FPGA puede calcular todos los componentes fundamentales de protección y medición incluyendo secuencia de componentes y datos. Utilizando un FPGA y herramientas de síntesis se puede optimizar el sistema análogo y permitir el control del procesador principal directo, acceder a la base de datos de señales análogas del FPGA.

#### ✓ Apoyo de Campo Simple y Poderoso

Un fuerte punto de las Redes Inteligentes es la comunicación remota la cual permite a los operadores monitorear y controlar reconectadores desde grandes distancias y por lo tanto ahorrar costos de tener operadores enviados a campo. Sin embargo, mientras los medios de comunicación evolucionan cada día, se experimentan pausas y no siempre están disponibles. En adición a esto, algún nivel de mantenimiento operacional siempre será requerido cuando se reemplace una batería, un modulo o simplemente algo de limpieza. Cuando estas situaciones ocurren el reconectador debe presentar un simple interfaz de operación que permita un monitoreo completo local así como

configuración de protecciones y configuraciones de comunicación a través de una navegación inteligente. Elementos como amplios LCD disponibles para mostrar toda la información requerida de una vez eliminando la excesiva información (navegación), combinado con teclas útiles y rápidas y señalización vía LED hace la experiencia de campo simple. La interfaz de operación debe también proveer un completo apoyo en idiomas permitiendo a los usuarios en diferentes países tomar las mismas ventajas de un equipo poderoso como los reconectadores inteligentes.

### Software Inteligente

La combinación con la disposición de un hardware poderoso, un software inteligente desarrolla y abre caminos para la virtualidad ilimitada de un rango de posibilidades referentes a automatización de protecciones, registro de comunicación y datos. Es importante resaltar porque las redes inteligentes tienden y necesitan ser dinámicas, y bien un software de ingeniería (embebida en el firmware o basada en un software de PC) deben estar listo para un continuo y rápido desarrollo.

No obstante las actuales y básicas funcionalidades de reconectadores incluyen:

#### ✓ Protección Completa Direccional

Hoy en día los sistemas de potencia están conformados por diferentes circuitos los cuales están siendo interconectados unos a otros debido al concepto de carga compartida, transferencia de carga y requerimientos de respaldo, etc, formando una grande y múltiple fuente de red donde los lados fuente y la carga no pueden siempre ser determinados.

Desde el punto de vista de los reconectadores la impedancia y por consiguiente el nivel e corto circuito, así como el número de otros equipos de protección instalados diferentes desde aguas arriba o aguas abajo del circuito.

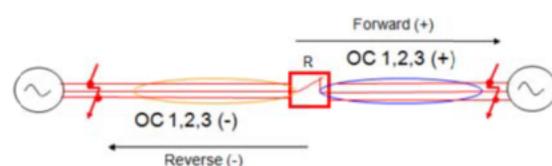


Figure 4 Full Directional Protection on Multi

### Source Grids

La capacidad de protección direccional permite al reconectador ser programado con ajustes de protección completamente diferentes e independientes (Incluyendo el mapeo de AR, curvas y tiempos) dependiendo de cuál de estas fallas de detección: directa o reversa. El controlador programado con el correcto ángulo de torque es capaz de determinar cual dirección y aplica el ajuste de protección correcto apuntando al apropiado aislamiento de falla. Tipos de funcionalidades confiables para medidas de voltaje y corriente las cuales deben ser características de reconectadores inteligentes.

#### ✓ Algoritmos Integrados DSA

EL aislamiento de carga viva y auto-restauración son otros conceptos que se están convirtiendo cada vez mas y mas importantes como la red se diversifica y el exigencia de un ininterrumpible suministro es requerido no solo por los cuerpos regulatorios si no por el usuario también. En situaciones donde la fuente principal está fuera y pueda ser requerida para prevenir carga viva a una retroalimentación significa que el Control de Voltaje del Reconectador (VCR) el cual monitorea la presencia de voltaje de los dos lados del reconectador e inhibe una operación cerrada en caso de que el voltaje sea sentido en el lado de carga mas no en el lado de la fuente.

Las implementaciones inteligentes permitirán mas allá para los lados de fuente y carga ser configurados y también ser ajustados en modo anillo. La función VCR es también conectado a algoritmos de auto-restauración como Restauracion de Autorecierre automático (ABR) el cual permite puntos de operación normalmente abiertos a una función como interruptores de respaldo inteligentes que restauran el suministro al alimentador primario perdido desde los interruptores de alimentación secundaria solo para decidirlo cuando la situación sea requerida. Un apropiado estudio previo es requerido pero una vez el equipo ha sido correctamente programado “ellos pensarán” y actuaran para reducir las pausas y sus áreas afectadas al igual como restaurar el suministro

clave de carga como hospitales y oficinas principales de empresas de energía.

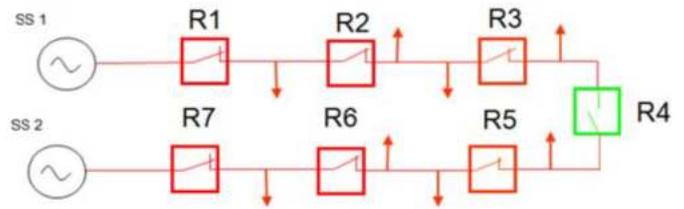


Figure 5 Self Healing Algorithm

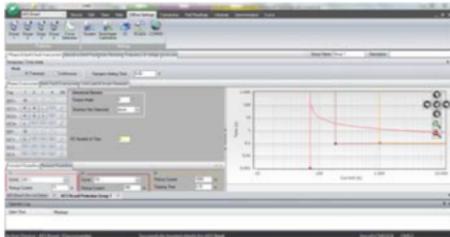
Como el número de reconectadores desplegados a través de la red se vuelve más grande, las empresas también encaran el reto de alcanzar el grado correcto y viable entre los dispositivos de protección en serie.

Funcionalidades como Coordinación de Zona de Secuencia (ZSC) y adición transitoria de tiempo (TTA) permite al reconectador en serie mantenerse sincronizado durante un proceso de falla de aislamiento cuando estos están configurados con curvas de protección similares o idénticas, respectivamente. Este último caso puede ser requerido cuando le alimentador es dividido por un gran número de reconectadores nivelado entre uno y otro y todos ellos deben trabajar por debajo de 0.8s-1.0s antes que el interruptor principal SS del circuito.

#### ✓ Paquete de Software Poderoso

Diseñado a lo largo con el interruptor el controlador, y un software de aplicación poderosa basada en PC debe también estar disponible desde la fabrica para permitir la completa configuración, monitoreo de datos e interrogación de los dispositivos para protección y diseño de automatización, también como estudios de sistemas de potencia e incluso equipo solucionador de problemas. Este software debe también permitir al usuario el inteligente uso de archivos relacionados a los diferentes dispositivos también al igual permitir el compartir contenidos y transferir (copiar) entre ellos. Un software más avanzado también permite las coordenadas latitudes y longitudes para ser ubicadas usando Google Maps por ejemplo, permitiendo al usuario visualizar el equipo actual en el poste y también sus áreas cercanas.

La interfaz grafica realiza los estudios de coordinación y graduación simples y fáciles por proveer al usuario un rango de curvas estandarizadas y no estandarizadas (incluyendo curvas definidas por usuario) y modificar los parámetros para ajustes. Esta interfaz también muestra los cambios hechos a las curvas cuando son modificadas.



**Figure 6 Full & Smart Software Package**

Los software de aplicación combinados con un firmware del controlador inteligente permite una configuración completa de las opciones de protocolo, incluyendo punto de ID, clases, banda muerta, etc, haciendo la integración de los dispositivos posible a cualquier estación principal preexistente. Después de todo, las limitaciones no son inteligentes.

✓ Registro de datos

La administración de redes inteligentes está relacionada con el entendimiento de la red y la administración de interconectividad para una mejor distribución de cargas y reducción de picos donde sea posible. La disponibilidad de datos en un reconectador inteligente puede ser remotamente accedida desde controles Scada en redes inteligentes para proporcionar información detallada y precisa en cada alimentador la cual puede ser entonces usada para distribución de carga o planificación de crecimiento.

✓ Simulación

Una herramienta que permite simulación de escenarios de fallas de redes para ser desarrollados y probados es una parte crítica del proceso y puesta en servicio de las soluciones de una Red Inteligente.

Simular una compleja secuencia de energía no es fácil sin embargo usando la herramienta de inyección de corriente primaria y secundaria pueden ser fácilmente

programadas e inyectadas a equipos usando herramientas bases de simulación de PC.

✓ Acceso Completo remoto de Ingeniería

Con la disponibilidad hoy en día los sistemas de comunicación TCP/IP para acceso a canales de comunicación comunes en múltiples equipos remotos es ahora una práctica común con el IP guardado en un área de la memoria provista en el controlador inteligente, el protocolo scada puede ser canalizado. Un protocolo propietario y un maestro scada pueden ser dirigidos mediante paquetes de software remotos para permitir un completo acceso de ingeniería para controles de reconectores inteligentes. La comunicación TCP/IP es el futuro de la distribución de redes inteligentes.

✓ Conclusión

Las redes inteligentes son el futuro de la industria de la distribución eléctrica. Muchas empresas de energía tienen grandes presupuestos y detallados planes de redes inteligentes en mente, para ser implementados durante la próxima década la cuidadosa selección y elección del reconectador que la empresa de energía escoja será el mejor bloque de construcción en su programa de red inteligente y una de las llaves de conducción en el éxito de la red inteligente.

Biografía



Neil O'Sullivan es el director administrativo de NOJA Power Switchgear Pty Ltd. Es miembro de la IEEE y tiene más de 20 años de experiencia en la industria eléctrica. Su experiencia en la industria involucra diseño, producción, mercadeo, ventas y servicio de productos interrupción y protección en media tensión. Su trabajo en la industria lo ha visto viajar extensivamente a través del mundo trabajando con empresas de cada continente. Con esta experiencia viene un entendimiento razonable de las empresas de empresas de

energía y las actuales actividades y prácticas en las aplicaciones de reconectores en media tensión en sus redes.



Bruno Kimura es el director de operaciones de RMS Electric Ltda. Distribuidor exclusivo distribuidor de NOJA en Brasil. Su experiencia incluye un intensivo entrenamiento en protecciones e interrupción en la oficina principal de NOJA Power en Australia, proveyendo entrenamiento y soporte técnico a un gran número de empresas de energía en Brasil así mismo actividades de desarrollo de negocios tanto en Brasil como en el extranjero.