GRUPO V

GRUPO DE ESTUDO DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO, CONTROLE E AUTOMAÇÃO EM SISTEMAS DE POTÊNCIA - GPC

DENTRO DE LA NUBE

BASES DE TELECOMUNICACIONES PARA EL INGENIERO DE PROTECCIONES

Solveig Ward(*)	Rafael Chaparro	Alisa Saciragic	Jussara Attademo
RFL ELECTRONICS INC	RFL ELECTRONICS INC	MARITIME	ELECTRIC UTILI

RESUMEN

El canal convencional utilizado para transportar señales de protección punto-a-punto se reemplaza cada vez más por una red de telecomunicaciones generalmente manejada por un grupo dedicado, para el cual la comunicación de relevadores de protección es solo uno de los servicios que se provee, y de hecho es un componente muy pequeño del tráfico. La red es típicamente ilustrada como una "nube" donde solo se muestran algunos puntos de acceso, y la estructura real del sistema de transporte de datos se oculta. Aunque el ingeniero de protecciones no se debe preocupar por las técnicas para mover los datos entre subestaciones en una red de telecomunicaciones, le será muy útil tener un conocimiento básico del tema.

Este documento presenta tecnologías de redes de comunicaciones, y las redes Ethernet se tratan en algún detalle, pues se hacen cada vez más disponibles en la subestación y son una alternativa tentadora para los relevadores de protección debido a su simplicidad y bajo costo.

PALABRAS CLAVE

Teleprotección, protección piloto, Ethernet, IEC61850, relevadores de protección.

1 INTRODUCCION

“La Nube” es un término utilizado para señalar una red de comunicaciones. Una red consiste de un conjunto de elementos que trabajan juntos para soportar la transferencia de información. La nube tiene su origen en las presentaciones de redes de AT&T en la década de 1970. La idea era que el funcionamiento interno de la red puede ser variado, cambiar con el tiempo y el lugar en cuestión. La nube sirve para ocultar esos detalles a simple vista. Es una venta conceptual; los datos simplemente entran en un extremo de la red y salen por otro. El propósito de este documento es aclarar un poco el contenido de esta nube para el ingeniero de protección.

La protección de líneas soportada en comunicaciones ha sido utilizada por largo tiempo. El concepto básico de la protección piloto (relevadores asistidos por telecomunicaciones) aplicado a protección de líneas consiste en comparar las condiciones en los extremos para determinar si hay una falla en la sección protegida.

Los primeros canales instalados para protección fueron canales de voz sobre microondas o líneas telefónicas analógicas. Las telecomunicaciones avanzaron a la era digital seguidas por los sistemas de protección. Ahora se dispone de protección piloto sobre líneas telefónicas digitales, y sobre redes multiplexadas T1/E1 y/o SONET/SDH. Las tecnologías más recientes como Ethernet, son el siguiente reto para los sistemas de protección piloto.

2 TELECOMUNICACIONES

La telecomunicación es la transmisión de señales a distancia con un propósito de comunicación. La primera telecomunicación eléctrica fue el telégrafo, seguido por el teléfono. La Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN)

(*)Solveig Ward. 353 Powerville Rd. Booton Twp, NJ 07005. USA. Tel. 1+(973)334 3100.
Solveig.Ward@rflelect.com

ha evolucionado gradualmente a telefonía digital, ofreciendo mejor capacidad y calidad en la red. La red telefónica se modificó (1960) con sistemas de transporte T1/E1. Las tecnologías posteriores como SONET/SDH con transmisión por fibra óptica ayudaron en el avance de transmisión digital. Esto hizo posible el aumento significativo del número de canales multiplexado en un solo medio de transmisión. Aunque el instrumento siga siendo analógico, las señales se convierten a digital en el punto de entrada a la red.

Lo que inicio como una red dedicada a voz, hoy ha evolucionado hacia comunicación de datos que incluye servicios como Internet, correo y comercio electrónico, etc. La tendencia al aumento de trafico de datos con respecto a servicios de voz convencionales, ha influenciado el desarrollo de una nueva generación de redes que favorece la tecnología de paqueteo Ethernet sobre las redes sincrónicas de acceso T1/E1 y SONET/SDH.

2.1 Diferencia entre comunicaciones de voz y de datos

Los datos son intrínsecamente diferentes a la voz. Por definición, los datos son información que se origina en forma digital (1s y 0s binarios) y por tanto no requieren ser convertidos a formato digital en la red, en contraste con la voz que se origina en el micrófono del teléfono como una señal analógica. Los datos se originan en terminales, o un laptop o computador, o un monitor de control o un relevador de protección. Las aplicaciones que generan datos en estos equipos incluyen transferencia de archivos, correo electrónico, control remoto de maquinaria, o intercambio de información entre relevadores de protección mediante un canal de comunicación.

Hay diferencias entre las características de la voz y los datos, y por tanto hay diferentes requisitos para el éxito de las comunicaciones. Para complicar el asunto, los requisitos para la comunicación entre relevadores de protección son una mezcla de voz y datos. Por naturaleza, la comunicación entre relevadores es de datos, pero debe operar en tiempo real como la voz. Sin embargo, la tolerancia natural de la voz a altas tasas de error y latencia moderada, no son aceptables para los relevadores de protección. La siguiente tabla pretende resumir estos requisitos.

TABLA 1 Comparación de requisitos entre datos, voz y protección piloto

	Datos	**Voz**	**Protección piloto**
Tolerancia a Retardo (latencia) *	Alto	Moderado/Bajo (100 ms)	Muy Bajo (<20 ms)
Tolerancia a Jitter (variación de retardo) *	Alto	Moderado	Muy Bajo
Transmisión constante/impulso	Impulsos	Constante	Constante
Tolerancia de error	Baja	Alta	Muy Baja
Tolerancia de pérdida de paquetes/datos	Moderada (la aplicación solicita retransmisión)	Perdida de datos es aceptable hasta que la calidad se degrada.	No
Tolerancia a interrupción	Si (la aplicación solicita retransmisión)	Moderada (0.5 sec)	No/Muy baja
Protocolo estándar	Propietario/normalizado	Normalizado	Propietario

* NOTA: Al reducir el jitter se aumenta la latencia y vice versa. El jitter se minimiza incrementando la memoria intermedia (buffering), por tanto aumentando la latencia.

La protección piloto tiene los requisitos más rigurosos en el desempeño del canal. Sin embargo, el tráfico de protección es una porción mínima de las comunicaciones que transporta la red. Puede ser difícil justificar el costo de una solución que cumpla los requisitos especiales de las protecciones, a menos que sean "por defecto" satisfechos por el diseño inicial de la red y los equipos utilizados. Un escenario más probable, es que las interfaces de los relevadores de protección sean rediseñados para poder utilizar medios de comunicación normales de voz y datos.

3 CONCEPTOS BASICOS

Cuando los equipos intercambian datos, hay un flujo de información entre ellos. En cualquier transmisión de datos el transmisor y el receptor deben poder extraer bloques de información (tramas). La información llega como un flujo continuo de bits, y se requiere una forma de separar los bloques. En comunicaciones asincrónicas, cada bloque está separado por el equivalente a una "etiqueta" así que se pueden ubicar. En las comunicaciones sincrónicas, el transmisor y el receptor están sincronizados con una misma base de tiempo (reloj), o una señal de reloj codificada en la trama de datos.

3.1 T1/E1 y SONET/SDH

Las telecomunicaciones se iniciaron con señales analógicas sobre conductores metálicos, donde cada par transportaba un solo canal de voz. Posteriormente se desarrollo una tecnología para digitalizar la voz y multiplexar

varios canales en un solo par. El diseño se basa en un canal de 64 kbps sincrónico. La voz se muestrea y digitaliza a una tasa de 8000 muestras por segundo y cada muestra se representa con 8 bits (8K muestras/seg x 8 bits/muestra = 64 kbps). Este método de representar adecuadamente la voz es llamado PCM (Pulse Code Modulation) y el canal se identifica como un DS0 (Digital Signal Level Zero). La tecnología para multiplexar varios canales en uno solo consiste en compartir el tiempo del medio donde cada canal tributario utiliza una porción del tiempo ("timeslot") y se conoce como TDM (Time Division Multiplexing). La secuencia de timeslots se repite continuamente.

Las interfaces E1 y T1 son dos tecnologías independientes normalizadas de TDM. Un E1/T1 permite el transporte de varios canales (multiplexados) de voz/datos simultáneamente en un mismo medio de transmisión. El estándar T1 es principalmente utilizado en Norte América y Japón, y el E1 en Europa y el resto del mundo. La interfaz E1 soporta 32 canales de 64 kbps para voz o datos en una tasa de 2 megabits por segundo, y es el estándar recomendado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T). La interfaz T1 soporta 24 canales en 1.5 mbps.

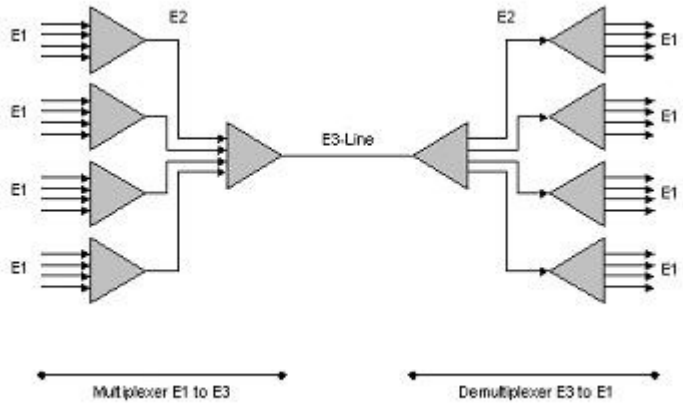

FIGURA 1. Time Division Multiplexing (TDM)

E1 y T1 se utilizan en variedad de aplicaciones de voz y datos y forman parte de la arquitectura de distribución reduciendo el número de cables al transportar 24 o 32 canales en un solo circuito de 4 hilos. T1 y E1 son a su vez tributarios en multiplexores de transporte de mayor jerarquía como SONET o SDH.

A medida que el sistema de telecomunicación crece, se desarrollan multiplexores de mayor velocidad y los sistemas SONET/SDH actualmente soportan velocidades de hasta 39813 Mbps (OC-768), o el equivalente a 516,096 canales de voz. Además la tecnología WDM (Wave Division Multiplexing) permite ahora multiplexar varias se estas señales en una sola fibra (cada señal utiliza una longitud de onda diferente en la fibra).

3.2 Ethernet

En la tecnología TDM cada canal tributario utiliza permanentemente un "timeslot" en la red.

La idea básica detrás de Ethernet consiste en utilizar un solo medio en el que cada tributario divide su información en bloques (tramas) e intenta enviarla en el momento que lo requiere. Bajo esta premisa por supuesto puede haber colisiones (mas de un usuario intenta transmitir al tiempo) y se hace necesaria una metodología para detectar esos eventos y re-intentar la transmisión. Es claro que cada equipo requiere una identificación única (dirección MAC) para distinguir los paquetes en la red. Esta tecnología se establece en el estándar IEEE 802.3 CSMA/CD, y aunque a primera vista parece caótico, resulta ser muy eficiente principalmente porque el usuario solo utiliza el medio cuando lo necesita.

Este uso eficiente del ancho de banda ha hecho que Ethernet tome un liderazgo en el transporte de datos. Las empresas de transporte reducen costos eliminando la necesidad de equipos diferentes por tipo de servicio. La meta es acomodar todo los servicios en una sola red donde Ethernet/IP (Internet Protocol) parecen ser los ganadores. La gran ventaja de esta tecnología es que los equipos de conmutación (switches) son menos costosos y manejan los datos en forma más eficiente que la alternativa TDM.

3.3. El modelo de referencia OSI

Un repaso de telecomunicaciones no estaría completo sin mencionar el modelo OSI. El modelo de interconexión de sistemas abiertos (Open Systems Interconnection - OSI) fue propuesto por la Organización Internacional de Estándares en 1983, y es el método ampliamente aceptado para definir las funciones que desempeñan los

equipos involucrados en la comunicación de datos. OSI se basa en el concepto de capas (layers) cada una prestando servicios a la capa superior y soportada en los servicios de la capa inferior. Con la definición clara de las funciones de cada capa, diferentes fabricantes pueden desarrollar equipo y aplicaciones de software que trabajen juntos.

TABLA 2. Modelo de referencia OSI

Modelo OSI			
	Unidad	**Capa**	**Función**
Capas de usuario (host)	Datos	7. Aplicación	Aplicación de usuario
		6. Presentación	Representación de datos y encripcion
		5. Sesión	Comunicación entre usuarios
	Segmentos	4. Transporte	Conexión punta-a-punta y confiabilidad (TCP)
Capas de medio	Paquetes	3. Red (Network)	Detección de ruta y direccionamiento lógico (IP)
	Tramas	2. Enlace de datos(Data link)	Dirección física (MAC)
	Bits	1. Física	Medio. Señal de transmisión binaria

3.4 Protocolos

En tecnología de información, un protocolo es un conjunto de reglas utilizadas por los dos extremos de un enlace para comunicarse. Hay protocolos en varios niveles de una conexión de telecomunicaciones. Por ejemplo, hay protocolos para intercambio de datos a nivel de hardware en equipos, y protocolos a nivel de programas aplicativos.

Un protocolo se define como las reglas que determinan la sintaxis, semántica, y la sincronización, y se pueden implementar por hardware, software, o una combinación. Al nivel más bajo, un protocolo define el comportamiento de una conexión de hardware. Algunos protocolos se definen sobre más de una capa, tal como TCP/IP y se les llama "suite" de protocolos. El protocolo de Internet IP es responsable del intercambio de información entre enrutadores de forma que seleccionen la ruta adecuada para el tráfico de red, mientras que TCP asegura que los paquetes se transmiten en forma confiable y sin errores (TCP solicita repetición en caso de error o pérdida). Otro ejemplo seria DNP 3.0, que siendo un protocolo de Aplicación (capa 7), hace referencia a protocolos de las capas de transporte (capa 4), enlace de datos (capa 2) y física (capa 1).

La variedad de tecnologías presentes en las redes de hoy se pueden resumir en el modelo OSI para presentar una vista de la arquitectura y las relación de las capas funcionales en un a red de telecomunicaciones, y las alternativas de tecnología para cada componente. La siguiente figura ilustra las alternativas para el acceso y el núcleo de la red para reflejar las diferencias en densidad de tráfico y estructura de la red. Las capas de la plataforma hacen correspondencia al modelo OSI de 7 capas, con los cables, fibras ópticas y enlaces inalámbricos conformando el nivel 0. En el tope de la arquitectura el rango de servicios se caracterizan como voz, datos de tiempo real y líneas arrendadas, siendo estos intolerantes a latencia, y los datos más tolerantes a la demora. Todos los servicios se transportan mediante paquetes IP (en capa 3 OSI) o en celdas o tramas (capa 2 OSI). En el caso de líneas arrendadas (leased lines) que en una red convencional se suministran mediante canales dedicados, se requiere un sistema que maneje la naturaleza errática de la entrega de paquetes o tramas en la red, de tal forma que el cliente reciba una aproximación aceptable a la transmisión continua solicitada. Este se logra mediante una técnica llamada emulación de circuito.

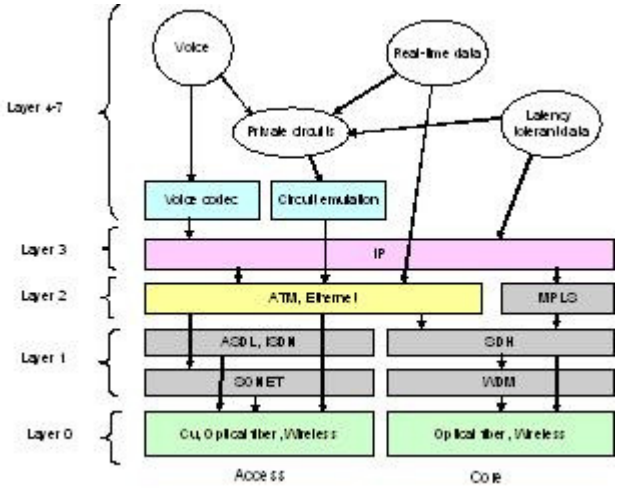

FIGURA 2. Tecnologias de Telecomunicacion

Las relaciones entre los servicios y plataformas o entre plataformas se indican con flechas. Se debe aclarar que las capas superiores se pueden soportar directamente por capas 2 o tres niveles por debajo.

3.5 TDMoIP

Los productos de comunicaciones y aplicaciones basados en Ethernet se arraigan cada vez más como nuevo estándar para transporte de datos. En esta carrera por acomodar servicios en una plataforma universal, Ethernet/IP es el líder, por su menor costo y manejo más eficiente del ancho de banda.

Conectar voz o datos convencionales a redes Ethernet se ha convertido en una alternativa atractiva a tener redes paralelas. Se ahorra en cargos de servicio, se consolida la gestión, se bajan costos de mantenimiento, y se aumenta la productividad. Esto se logra mediante la convergencia de dos tipos de tráfico sobre una infraestructura, y toma ventaja de la simplicidad y eficiencia del enrutamiento IP y la conmutación Ethernet. La tecnología de Voz sobre IP (VoIP) provee una calidad aceptable (QoS) para llamadas telefónicas, pero la latencia (retardo) no permite utilizarla para datos sincrónicos TDM. La tecnología complementaria TDM sobre IP (TDMoIP) es la práctica de duplicar el servicio TDM tradicional sobre una red IP. Los servicios TDM se pueden utilizar para transportar datos sincrónicos o asincrónicos, voz, datos de comunicación a baja velocidad, etc.

El inconveniente de estas tecnologías se basa en la naturaleza no-determinística de la red IP. Por definición TDM es sincrónico y requiere que el reloj en los dos extremos del enlace sea igual. El retardo variable de los paquetes en la red IP exige que los sistemas TDMoIP empleen técnicas de recuperación de reloj elaboradas. Esto aumenta la latencia en proporción a la complejidad de la red. Otro asunto es el tiempo de recuperación largo asociado a fallas de red. Una falla en un nodo TDM típicamente resulta en una salida de servicio de 50 ms o menos. Rapid Spanning Tree es el método predominante de recuperación en una red de paquetes y puede tomar varios segundos en recuperarse de una falla de equipo. Esto limita la utilización de sistemas TDMoIP en aplicaciones de protección de alta velocidad, pero las demás aplicaciones se benefician de esta tecnología.

4 COMUNICACIONES IEC 61850 ENTRE SUBESTACIONES

IEC 61850 es un estándar de comunicación que inicialmente se pensó para uso dentro de la subestación. El estándar se basa en una red Ethernet con comunicaciones entre equipos (peer-to-peer) sobre la red LAN. La primera versión de la norma no consideró la protección piloto, donde por definición, la señal sale de la subestación. Para solucionar esta omisión, un grupo de trabajo (TC57 WG10) actualmente trabaja en la adición de comunicaciones subestación-a-subestación (IEC 61850-90-1). Otro grupo discute el uso para comunicación con centros de control (IEC 61850-90-2). Para aclarar que el alcance de IEC 61850 no se limita a la subestación, la norma tomo el nombre de “Redes y sistemas de comunicación para automatización de sistemas de potencia”. Mientras que el WG10 considera un numero de aplicaciones (casos) para comunicación entre subestaciones, este documento solo trata el tema de la teleprotección, o protección piloto. Nótese que la información en este documento es preliminar y se basa en el borrador [4] pues el grupo WG10 no ha completado su trabajo.

Se están considerando dos escenarios: tunneling (1) y un enfoque de gateway (2).

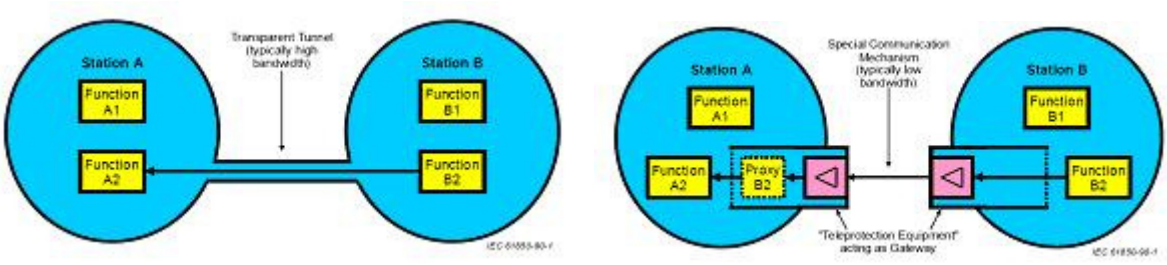

FIGURA 3. Comunicacion subestacion-a-subestation utilizando Tunneling o Gateway

4.1 Tunneling (1)

Tunneling es a método para conectar múltiples redes de subestación permitiendo "acceso directo" a funciones en estaciones remotas. Para IEC 61850, el tipo de trafico relevante para teleprotección seria el mensaje GOOSE multicast en Ethernet (capa 2). El "tunel" debe aceptar el mensaje y pasarlo intacto. Esto significa que la red en la estación se extiende para incluir la estación remota; i.e. el dominio de emisión del GOOSE se extiende a la estación remota. Típicamente, un túnel solo se aplica si hay suficiente ancho de banda. El intercambio de

mensajes GOOSE puede requerir mayor ancho de banda solo para lograr baja latencia, aun si el volumen de datos de trafico GOOSE es bajo. En la practica, los túneles se establecen utilizando conmutadores y enrutadores.

4.2 Gateway (2)

Gateways son equipos de telecomunicación utilizados para conectar redes de subestación y proporcionan acceso a funciones en estaciones remotas. Se requieren equipos de teleprotección explícitos. La teleprotección en el transmisor filtra y re-codifica el mensaje para el medio de comunicación utilizado. En el lado receptor, el equipo de teleprotección re-ensambla la información en un formato útil para las funciones de la subestación. La teleprotección en el receptor actúa como un Proxy para las funciones del lado transmisor. En lo que concierne a la comunicación, el Proxy B2 hace las veces de la Función B2 desde el punto de vista de la Función A2.

4.3 GOOSE y enrutadores

El papel de un enrutador en una red Ethernet es, como su nombre implica, examinar el mensaje entrante y enviarlo a la dirección (ruta) adecuada. Los enrutadores en el núcleo de la red desempeñan funciones de transporte, mientras que los enrutadores de borde también sirven para aislar el tráfico interno en la LAN de la WAN, tal como mensajes tipo broadcast o multicast. El mensaje GOOSE es multicast en capa 2 (enlace de datos) del modelo OSI. El enrutador está diseñado para prevenir que los mensajes broadcast y multicast salgan de la red local (LAN) para no inundar la red WAN, y solo pasa paquetes IP de capa 3 (capa de red). Esto no es un problema en la LAN de la subestación, pero cualquier trafico GOOSE externo debe ser enviado por el enrutador. El modo más lógico de lograr esto es mediante la técnica VLAN. Al mensaje GOOSE a ser enviado al mundo exterior por la teleprotección se le adiciona una etiqueta VLAN que es reconocida por el enrutador. El enrutador convierte el GOOSE en un paquete IP ruteable y lo envía al destino. Se deben tomar medidas en la red para que la ruta mas corta sea utilizada estos paquetes críticos y sensibles al tiempo. La red también debe suministrar el ancho de banda adecuado en la VLAN para garantizar latencia mínima y evitar perdida de paquetes por colisión.

El tema del retardo punta-a-punta es crítico para la teleprotección. En cada punto de conmutación en la red, un paquete corto y prioritario como la teleprotección (300 bytes típico) puede tener que esperar a que se procesen paquetes más largos de menor prioridad. El retardo total punta-a-punta depende le la complejidad de la red. La VLAN debe ser configurada adecuadamente para garantizar el retardo mínimo en cualquier condición de tráfico.

5 SISTEMA DE TELEPROTECCION EN ETHERNET

Los equipos desarrollados para IEC 61850 ejecutan protección en forma de mensajes GOOSE dentro de la subestación, pero no incluyen un Proxy Gateway, o equipo de teleprotección capaz de ejecutar protección piloto sobre medios de comunicación convencionales. RFL ha desarrollado un sistema de teleprotección basado en IEC 61850. El equipo toma los mensajes GOOSE de la LAN y transporta los comandos por cualquiera de sus interfaces de comunicación. La interfaz puede ser digital, fibra, audiotono y/o portadora. La teleprotección actúa como un equipo IEC 61850 intercambiando mensajes GOOSE en la LAN de la subestación. La información de disparo o protección piloto en el mensaje GOOSE de la estación local es extraído, traducido en un mensaje especifico de la teleprotección y trasportado por los medios convencionales a la estación remota.

Cuando la estación remota también opera en IEC 61850, la teleprotección recibe la información, y re-ensambla el mensaje GOOSE para que sea utilizado por los demás equipos IEC 61850 en la LAN de la subestación remota.

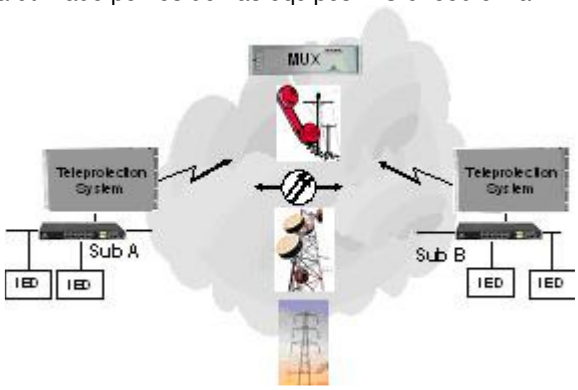

FIGURA 4. Teleprotección Ethernet entre dos subestaciones IEC 61850

Una aplicación más probable es cuando una estación IEC 61850 necesita interactuar con una estación convencional en el otro extremo de la línea. En este caso, la teleprotección remota sencillamente ejecuta operaciones regulares de teleprotección para disparo de interruptores o señalización mediante sus contactos de salida.

Otra aplicación aun más interesante para este equipo de teleprotección Ethernet es ejecutar protección piloto sobre una red Ethernet entre subestaciones, en donde IEC 61850 no es de interés. En este caso la teleprotección

utiliza contactos convencionales como interfaz con los otros equipos en cada subestación, y envía los mensajes GOOSE sobre la red Ethernet entre las subestaciones. Como el mensaje GOOSE es multicast, se necesita aplicar VLANs o puentes en los enrutadores.

FIGURA 5. Teleprotección sobre una red Ethernet

5.1 Confiabilidad

El equipo de teleprotección para Ethernet utiliza mensajes GOOSE de IEC 61850. Este estándar establece que un mensaje GOOSE "inactivo" sea enviado esporádicamente (segundos) para confirmar que el enlace de comunicación esta operando. Si este mensaje no se recibe se emiten alarmas. Para garantizar obediencia, el mensaje GOOSE de disparo es re-transmitido hasta 16 veces dependiendo del ajuste.

Para seguridad, el mensaje GOOSE cuenta con un CRC de 32-bits para garantizar la integridad del mensaje. El equipo de teleprotección además ejecuta chequeos de dirección y establece límites en pruebas periódicas del canal.

5.2 GOOSE sobre Ethernet

Un caso real en operación de teleprotección sobre Ethernet se muestra en la Figura 6. Este caso utiliza el equipo RFL basado en mensajes GOOSE IEC 61850 para transferencia de disparo entre las subestaciones (que no utilizan IEC 61850) sobre una red de radio Ethernet con capacidad limitada a 768 kbps, compartidos por SCADA, voz y protección piloto. El cliente esta operando exitosamente el sistema logrando disparos en 8 a 10 ms.

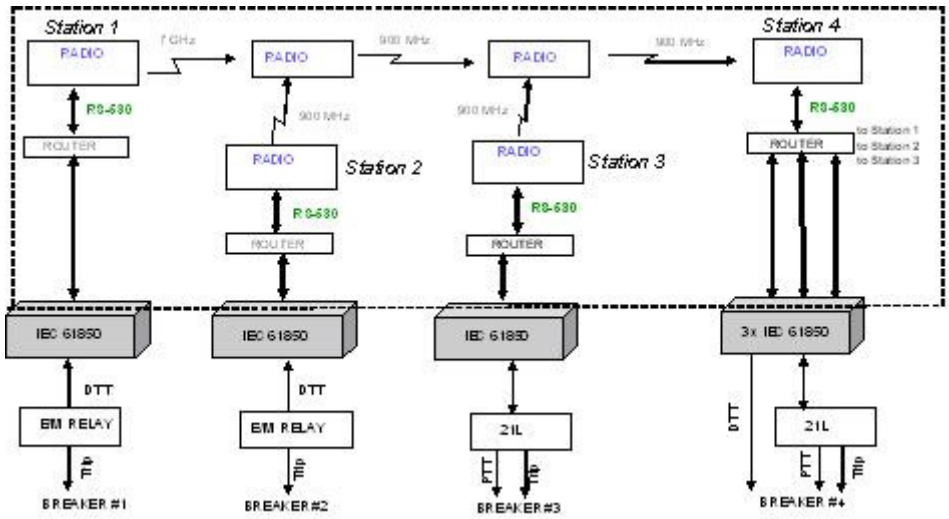

FIGURA 6. Teleprotección en Ethernet utilizando IEC 61850 GOOSE

6 CONCLUSIONES

La industria de las telecomunicaciones evoluciona continuamente adoptando nuevas tecnologías. La figura abajo muestra la evolución de dichas tecnologías en el tiempo. Lo que inicio con servicios telefónicos de conmutación manual, se ha convertido en una red de telecomunicaciones optimizada para transporte de datos utilizando conmutación de paquetes

Las comunicaciones para relevadores de protección que se iniciaron con canales dedicados, están experimentando una transición de tecnología similar, utilizando los canales y medios disponibles actualmente para

comunicación en la subestación. A medida que la industria de telecomunicaciones inevitablemente evoluciona hacia Ethernet, el soporte a equipos convencionales se hace más costoso y difícil. Será posible exigir un canal de 64 kbps o un E1 para protección piloto, cuando se diseñe la red con base en Gigabit Ethernet?

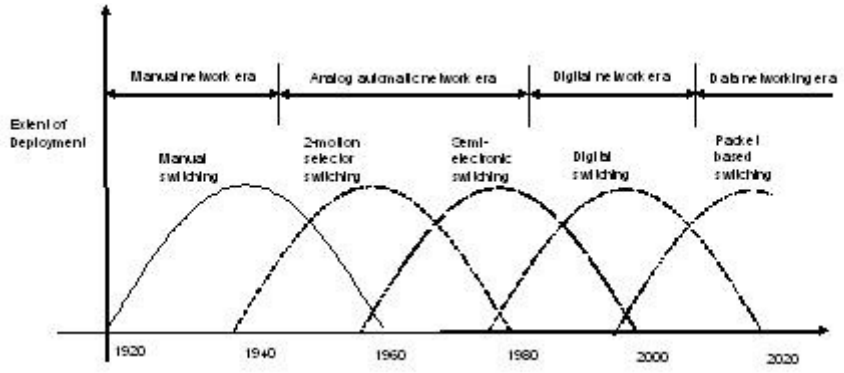

FIGURA 7. Ciclo de vida de tecnologías de telecomunicación.

Las tecnologías de mitigación como TDMoIP son útiles, prestando especial atención a los requisitos del circuito y el desempeño del canal. Otro enfoque de mitigación posible es combinar un canal dedicado convencional tal como onda portadora para la protección piloto, con una red de telecomunicaciones para soportar otras operaciones de datos para protección menos criticas (menos sensibles a la demora).

Esta claro que los fabricantes de relevadores tendrán que atender las necesidades de comunicación para protección suministrando equipos con comunicación nativa en Ethernet. La norma IEC 61850 se esta expandiendo actualmente para incluir la comunicación entre subestaciones.

7 BIBLIOGRAFIA

[1] Understanding Telecommunication Networks, Andy Valdar, ISBN 0-86341-362-5
[2] Communications Systems and Networks, Ray Horak, ISBN 0-7645-4899-9
[3] Newton's Telecom Dictionary, Harry Newton, ISBN 1-57820-309-0
[4] IEC 61850-90-1 TC57 WG10 Draft R0.08, August 21, 2007
[5] Communication Channel Requirements for Relaying, S Ward et al, WPRC 2003
[6] Wikipedia

8 BIOGRAFIAS

Solveig M. Ward

Solveig recibió si grado M.S.E.E. del Royal Institute of Technology, Suecia en 1977. Ese mismo año inicio su trabajo en relevadores ABB con experiencia en mercadeo, aplicaciones y gerencia de producto en varios países. De regreso a Suecia, Solveig fue responsable de la parte aplicativa en el diseño de relevadores numéricos de distancia. Posteriormente en ABB USA trabajo en el diseño de aplicaciones de protección de distancia y fue Gerente de Producto de los relevadores diferenciales de línea y comparación de fase ABB. Solveig ha escrito y presentado varios documentos técnicos en las conferencia de protección. Es miembro de IEEE y es posee una patente para "lógica de disparo monopolar de alta velocidad". Desde el 2002 Solveig trabaja para RFL Electronics Inc. como Director de Mercadeo de Producto. Actualmente esta involucrada en el desarrollo de nuevos productos y participa activamente en conferencias y publicaciones de la industria de protección y comunicaciones para el sector eléctrico. Solveig.Ward@rflelect.com

Alisa Saciragic

Alisa Saciragic, P.Eng, es Superintendente de Ingenieria para Maritime Electric en Canada desde 1996. Su responsabilidad incluye aplicaciones de sistemas de protección y control. SCADA, automatización, comunicaciones. También ha sido ingeniero líder en proyectos de generación, transmisión y distribución.
Alisa recibió si grado BSEE de Universidad de Sarajevo, Bosnia Herzegovina en 1978. Trabajo para Energoinvest-Siemens Corporation en Sarajevo, una compañía especializada en protección y control en donde lidero varis departamentos.
Alisa es ingeniero registrado en Prince Edward Island y es miembro del Canadian Standard Association (CSA) responsable por dos normas CSA: C22.3.No.3- Electrical Coordination and C22.3No.5.1 Recommended Practices for Electrical Protection- Electric Contact between Overhead Supply and Communication Lines.
Saciragic@MaritimeElectric.com