

Tendencias y Tecnologías utilizadas en las redes de telecontrol modernas

La liberalización del mercado ha modificado las premisas que hace unos años guiaban los planteamientos de las Empresas Eléctricas. Las nuevas reglas del juego incentivan el uso de sistemas flexibles, integrados y económicamente rentables como base para el despliegue de los sistemas de control y de las redes de telecomunicación que los soportan. Podemos, por lo tanto, afirmar que el mercado ya no acepta soluciones propietarias por lo que la compatibilidad de acuerdo a los estándares internacionales es un requerimiento básico en el diseño y despliegue de los sistemas de Telecontrol.

Afortunadamente la evolución de los sistemas de comunicación y de los sistemas de control ha caminado hacia la normalización y la racionalización de los sistemas gracias a lo cual es posible hoy en día afrontar los retos mencionados anteriormente. Este artículo describe el uso de las nuevas tecnologías de Telecontrol y de los sistemas de comunicación asociados considerando por una parte los aspectos funcionales de la arquitectura utilizada y por otra los requisitos en cuanto a la contención de los costes y el retorno de la inversión. Tal como se desarrolla en el texto, la evolución de las normas CEI está siguiendo este camino, gracias a lo cual se está evolucionando desde un entorno cerrado y de uso específico en este campo hacia un entorno abierto basado en tecnologías tan populares como el protocolo de Internet IP. En definitiva, se tiende a desplegar sistemas de Telecontrol basados en redes estándar con protocolos de Telecontrol nor-

• Carlos Samitier

Director Gerente de GNE S.L.



malizados y con arquitecturas que garanticen flexibilidad en la operación del sistema.

Uno de los avances que pueden tener un impacto considerable en la reducción de costos es la integración de los sistemas de gestión y mantenimiento. Aunque esta funcionalidad era exclusiva de los grandes sistemas, en la actualidad se está extendiendo a todos los niveles, gracias a lo cual se pueden unificar criterios de mantenimiento. La flexibilidad introducida por las nuevas tecnologías hace que sea posible optar por un número considerable de alternativas, lo que convierte el diseño de la red en un factor importante para obtener las garantías requeridas por los sistemas de Telecontrol.

EVOLUCIÓN DE LAS REDES DE TELECONTROL

Las redes de Telecontrol han evolucionado, desde un entorno estático e inamovible, a un entorno dinámico de la gestión y control del sistema eléctrico. En efecto, los criterios de explotación del sistema de control han evolucionado, por ejemplo podemos mencionar entre otros el hecho de que el personal que interacciona con el sistema de control debe tener movilidad y, por lo tanto, debe poder interaccionar con el sistema desde cualquier ubicación

o bien la posibilidad de que la configuración de centros de control regionales, nacionales y de reserva debe modificarse en función de los turnos de trabajo.

En consecuencia, las tecnologías de comunicación utilizadas reflejan esta evolución, por lo que las redes de telecomunicación para Telecontrol han pasado de estar constituidas por un conjunto estático de enlaces punto a punto que en ciertos casos están duplicados o forman bucles, a redes de Telecomunicación flexibles que trabajan a nivel de servicio y que están basadas en tecnologías de paquetes tales como Frame-relay o IP.

El gran éxito de Internet junto con el hecho de que el protocolo IP puede utilizarse sobre cualquier tipo de medio físico, ha convertido a este protocolo en el interfaz universal de provisión de servicios. Esta afirmación viene refrendada por el hecho de que tanto el ITU-T como el CEI lo han aceptado como estándar. Las ventajas más relevantes que esta nueva tecnología introduce en el entorno de los sistemas de control son:

- *Uso eficiente de los canales de comunicación*

El protocolo IP está basado en la tecnología Datagrama, la cual utiliza de forma intrínseca las ventajas de la multiplexación estadística, lo que le permite optimizar la capacidad de transferencia utilizada cuando los flujos de datos a transmitir no son de velocidad constante como sucede en el caso del Telecontrol.

- *Integración de servicios*

El protocolo IP constituye una plataforma capaz de manejar cualquier tipo de

información. La arquitectura de Calidad de Servicio permite además garantizar las características de un servicio determinado.

- *Estándares basados en tecnologías probadas*
Además de existir unas bases teóricas para el desarrollo de la normativa que aplica en Internet, esto es, el entorno IP; no se puede aprobar un nuevo estándar sin haber probado la interoperabilidad entre fabricantes y la compatibilidad con los protocolos que puedan estar relacionados.

- *Fiabilidad y supervivencia*

La tecnología Datagrama provee una fiabilidad y supervivencia intrínseca. Esta característica resulta muy atractiva para los sistemas de control, pero para que pueda resultar efectiva es necesario diseñar la red de forma adecuada. Estas ventajas tienen como consecuencia una reducción de los costes globales de la red facilitando además la evolución tecnológica de la misma. Dicha optimización está basada en:

- Recursos de la red compartidos por todos los usuarios. No hay asignación de recursos a usuarios que pueden no utilizarlos mientras otros no obtienen el servicio que necesitan.
- Minimización del número de enlaces. La libertad para escoger una topología determinada permite optimizar costes.
- Mejor utilización de los enlaces. Las velocidades de los enlaces de un trayecto pueden ser diferentes lo que facilita la evolución y ampliación de la red.
- Integración de servicios. La infraestructura común se comparte por los servicios integrados.
- Dimensionado de los enlaces en función de la capacidad requerida lo que permite utilizar enlaces de baja capacidad en algunos tramos menos importantes.

En definitiva, podemos afirmar que las redes de Telecontrol que utilizan estas nuevas tecnologías son escalables, lo que les asegura un mayor tiempo de vida y de vigencia tecnológica, son más fiables y permiten integrar otros servicios, lo que

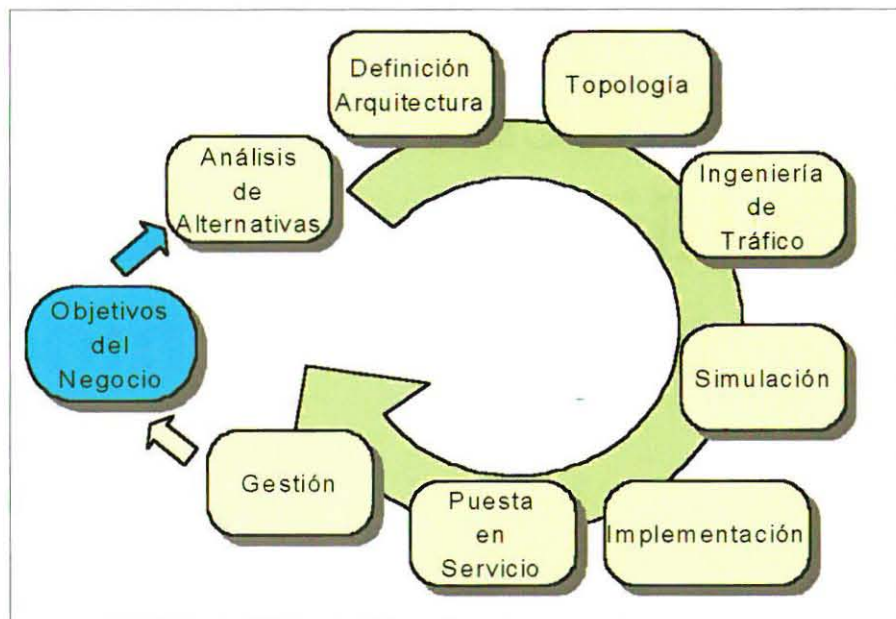


Figura 1. Ciclo de diseño de una red

representa, en su conjunto, un ahorro de costes operativos. Sin embargo, obtener todo el potencial de esta tecnología requiere un planteamiento adecuado y un diseño de la red que potencie dichas capacidades.

COMPONENTES DE UNA RED DE SERVICIOS

Los componentes que dotan a la red de sus características operativas básicas son el encaminamiento y el sistema de gestión del tráfico, el cual provee los mecanismos que garantizan la Calidad de Servicio. El encaminamiento es un componente clave en las redes Datagrama, puesto que determina el funcionamiento global de la red. La función del encaminamiento es decidir cuál es el mejor camino que debe seguir un paquete en función de cual sea su destino.

El encaminamiento está realizado por un algoritmo distribuido en los nodos de la red. Mediante el protocolo de encaminamiento los nodos dialogan para construir un mapa de la red gracias al cual pueden calcular cuál es el mejor camino que debe seguir un paquete en cada momento. El mejor camino dependerá del estado de la red y del origen y destino del paquete. Aunque pueda parecer que una red de Telecontrol puede trabajar con caminos estáticos, la capacidad de cambiar de camino permite mantener el servicio cuando falla un enlace o modificar la ubicación de cier-

tos servidores sin que ello conlleve reconfigurar la red de comunicación. Gracias a esto, es posible cambiar la configuración de los centros de control sin tener que interraccionar con la red o acceder a cualquier información desde cualquier punto de acceso, lo que posibilita la movilidad de cierto personal.

La naturaleza estocástica de las redes Datagrama requiere la provisión de mecanismos de control de flujo y congestión y de mecanismos de gestión del tráfico que permitan ofrecer garantías de funcionamiento en términos de capacidad de transferencia y de retardo máximo acotado a aquellos servicios que lo requieran. En el caso particular del telecontrol, aunque los requisitos de retardo no son muy exigentes, se debe garantizar que las informaciones transmitidas serán entregadas al destinatario final con un retardo inferior a un segundo. Si bien obtener esta característica de funcionamiento en una red Datagrama no requiere mecanismos sofisticados, es necesario diseñar adecuadamente la red y proveer una arquitectura que permita diferenciar los flujos de información con tal de que se prioricen adecuadamente las informaciones.

PROCESO DE DISEÑO DE LA RED

El proceso de diseño de una red incluye la definición de cada uno de los aspectos que definen la misma. Desde su topología, la capacidad de los enlaces y nodos

hasta los diferentes algoritmos que soportarán los servicios. El proceso de diseño de una red Datagrama para aplicaciones de Telecontrol es más complejo que el de las soluciones tradicionales basadas en enlaces punto a punto.

La figura 1 muestra el ciclo de diseño. Aunque no se muestre en la figura, en alguna de las etapas del ciclo puede no encontrarse una solución factible que cumpla con los requisitos del diseño, por lo que entonces será necesario repetir alguna de las etapas anteriores modificando los datos de partida.

El proceso de simulación es especialmente importante en el diseño de una red Datagrama para aplicaciones de Telecontrol, puesto que será en esta etapa en la que podremos verificar que se cumplen los requisitos del servicio, especialmente en lo que se refiere a la disponibilidad del servicio y a los retardos máximos que pueden llegar a experimentar los flujos de información.

En consecuencia, los puntos más relevantes a considerar en el diseño de una red son:

- Escalabilidad.
- Normativa vigente y evolución prevista.
- Disponibilidad del servicio.
- Seguridad.
- Gestión de red integrada.
- Características de funcionamiento de los servicios ofrecidos.

LA EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TELECONTROL

El uso de la tecnología IP permite la integración eficiente de las unidades remotas de Telecontrol de media y alta tensión permitiendo, por lo tanto, la reducción del número de centros de control, así como el número de redes de comunicación independientes y no conectables que existían en las alternativas tradicionales. De hecho, la nueva normativa del CEI, en sus estándares 60870-5-101 y 104, permite definir una nueva arquitectura de Telecontrol en la cual las unidades remotas transmiten información de forma espontánea, de manera que el ciclo de interrogación se efectúa

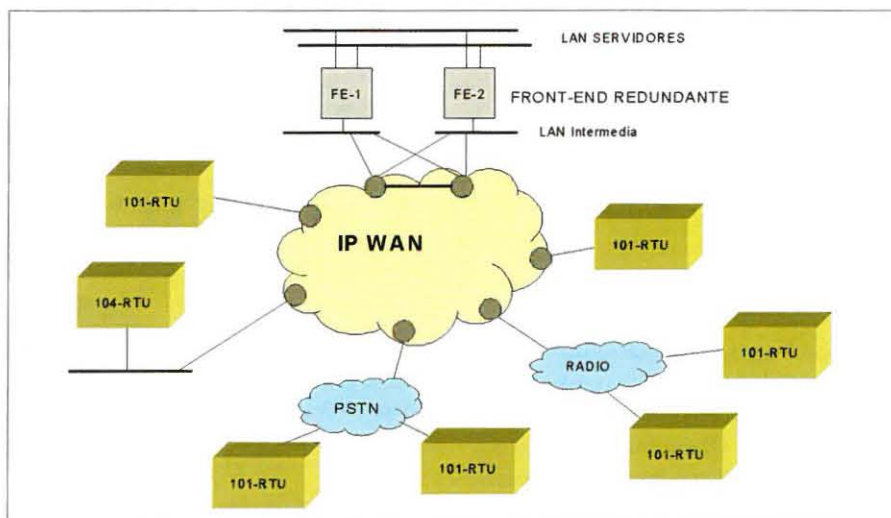


Figura 2. Nueva arquitectura de Telecontrol

una vez al día. Gracias a esto, ciertas unidades remotas pueden no estar conectadas de forma permanente, reduciéndose además la carga de tráfico de la red de una forma muy considerable.

La figura 2 muestra un ejemplo de una red de Telecontrol desplegada utilizando estas nuevas tecnologías.

La utilización de la arquitectura basada en la normativa CEI 60870-5-101 y 104 ofrece las siguientes ventajas:

- La utilización del protocolo 61870-5-104 en el Centro de Control permite conectarse a las unidades remotas mediante una red IP con las ventajas que se han mencionado anteriormente.
- Se evita el uso de grandes equipos de Front-end de comunicación equipados con cientos de puertos serie, los cuales son sustituidos por unos pocos puertos Ethernet.
- Se implanta un sistema abierto basado en comunicaciones TCP/IP que es intrínsecamente escalable.
- Se pueden utilizar unidades remotas basadas en el protocolo 60870-5-101.
- Todo el sistema de Telecontrol puede implementarse utilizando equipos de mercado.
- Se pueden integrar los sistemas de Telecontrol con el EMS y el DMS sin necesidad de añadir nuevos sistemas de comunicación.

CONCLUSIONES

Las nuevas tecnologías de redes y los nuevos protocolos introducidos en este artículo permiten plantear nuevas arquitecturas de Telecontrol que responden a los retos que las Empresas Eléctricas deben afrontar como consecuencia del mercado abierto.

Se ha mostrado como estas nuevas tecnologías son atractivas por sí mismas, ya que, introducen nuevas funcionalidades y un conjunto de ventajas que las sitúa muy por delante de las soluciones clásicas. En efecto, siempre resulta atractivo utilizar tecnologías que sean intrínsecamente escalables, que mejoren las prestaciones de los servicios y que, en definitiva sean tan flexibles que permitan afrontar el futuro con una garantía de continuidad y de evolución.

REFERENCIAS

- [1] CIGRE. Study Committee 35, Working Group 07. Technical Brochure 107, "Power System Communications in the High Speed Environment", December 1996.
- [2] IEC 60870-6-503 "TASE.2 Services and Protocol. Part 6: Telecontrol protocols compatible with ISO standards and ITU-T recommendations". Oct 1997.
- [3] IEC 60870-5-101:1995. "Telecontrol equipment and systems. Part 5: Transmission protocols - Section 101: Companion standard for basic Telecontrol task".
- [4] IEC 60870-5-104. "Telecontrol equipment and systems. Part 5: Transmission protocols - Section 104: Network access for IEC 60870-5-101 using standard transport profiles". Aug. 1998.
- [5] R. Cabezas, J.M. Selga and C. Samitier. "A new Generation of Packet Switch Designed for the Integration of Operational Services". CIGRE Symposium, Krakow, October 1999.