

Resulta difícil tratar de condensar en unas pocas páginas toda la problemática y complejidad de un tema tan amplio como es la gestión automatizada de los sistemas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica, mediante la aplicación de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Por esta razón trataremos de dar una panorámica de los diversos aspectos sin entrar en el detalle.

El sector eléctrico se ha distinguido siempre por la rápida aplicación de las Nuevas tecnologías al objeto de mejorar la calidad del servicio a sus abonados y optimizar los recursos energéticos. Dado el creciente coste de la energía y la necesidad de ahorrar los recursos energéticos disponibles, es necesaria una gestión automatizada del sistema eléctrico desde la generación hasta el abonado mediante la aplica-



Antonio Llobet. Ingeniero Electrónico de la Escuela Técnica Superior del Estado (Bélgica). Miembro del Comité de Estudios "Telecomunicaciones" de la Conferencia Internacional de las Grandes Redes Eléctricas (CIGRE). Preside el Grupo de Trabajo "Coordinación de las Telecomunicaciones" de la Asociación de Investigación Industrial Eléctrica (ASINEL). Trabaja en Hidroeléctrica Española, S.A. como Jefe del Departamento de Transmisiones. Es responsable de varios proyectos de investigación en el campo de comunicaciones ópticas dentro del Programa de Investigación Electrotécnico (PIE).

El Sector Eléctrico

Texto: Antonio Llobet

ción de avanzadas tecnologías electrónicas y de comunicaciones.

GESTION DEL SISTEMA ELECTRICO

Las compañías eléctricas tienen una infraestructura con instalaciones geográficamente distribuidas tanto en zonas rurales como urbanas, todas ellas interconectadas por redes de alta, media y baja tensión. La explotación de todos los centros y líneas eléctricas se lleva de forma coordinada desde Despachos de Explotación.

Las redes eléctricas están interconectadas a nivel nacional e internacional para apoyarse mutuamente permitiendo el transvase de energía. De esta manera se produce la energía eléctrica donde los recursos disponibles sean los más económicos en cada momento.

Por otra parte como el consumo es variable a lo largo del día y puesto que la energía eléctrica no se puede almacenar, es necesario que la generación se adapte al consumo. Para la gestión de la producción, transporte y distribución de la energía eléctrica se crearon los Despachos de Explotación que tienen distintas responsabilidades según las funciones jerarquizadas que se les encomienda.

La estructura de la explotación varía poco de unos países a otros y por regla general suele existir un Centro o Despacho nacional, varios Despachos Regionales o de área y Despachos de zona o de distrito.

Todos los centros eléctricos están controlados y supervisados de alguna manera desde los distintos Despachos antes citados por medio de sistemas de telecontrol como luego veremos.

El suministro de energía eléctrica a los abonados exige unos requisitos de continuidad y calidad de servicio que deben cumplirse dentro de unos márgenes muy estrechos. En todos los países

desarrollados la continuidad del servicio eléctrico es imperativa, pues cualquier corte en dicho suministro puede tener consecuencias graves en la vida socioeconómica de la población dada la dependencia que existe de la electricidad. La calidad del suministro eléctrico incluye no sólo el requisito de la continuidad sino también el mantenimiento de la tensión y la frecuencia dentro de unos márgenes. La regulación de tensión se hace en puntos próximos al consumo, mientras que la de frecuencia se hace en los generadores. Un ejemplo de esta última es la hora síncrona. Los relojes conectados a la red mantienen una gran precisión a largo plazo ya que a través de la red se efectúa semanalmente el ajuste de la hora. En toda la red eléctrica europea interconectada este ajuste lo hace el Despacho nacional suizo.

Es fácil comprender que para efectuar todas estas regulaciones es necesario la aplicación de las más avanzadas tecnologías de la Informática y las Telecomunicaciones. Por otra parte los requisitos de seguridad, fiabilidad y disponibilidad de las instalaciones eléctricas exigen la instalación de redes de telecomunicación propias, aunque para algunos servicios menos críticos también se utilicen las redes públicas de los PTT's como vías alternativas.

LAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION APLICADAS AL CONTROL

Al referirnos a las Tecnologías de la Información no podemos separar la Informática y las Telecomunicaciones que en el sector eléctrico por disponer de su propia red forman un matrimonio inseparable.

Aunque la informática de gestión está muy desarrollada dentro del sector eléctrico, sólo nos vamos a referir a algunas aplicaciones de

la informática de control de proceso (5).

La información que fluye entre las diversas instalaciones eléctricas es de carácter diverso y las podemos agrupar en dos grandes grupos: las de carácter general que es común en todas las grandes empresas y las de carácter específico. En la figura 1 se representan algunas de las aplicaciones generales y específicas (6).

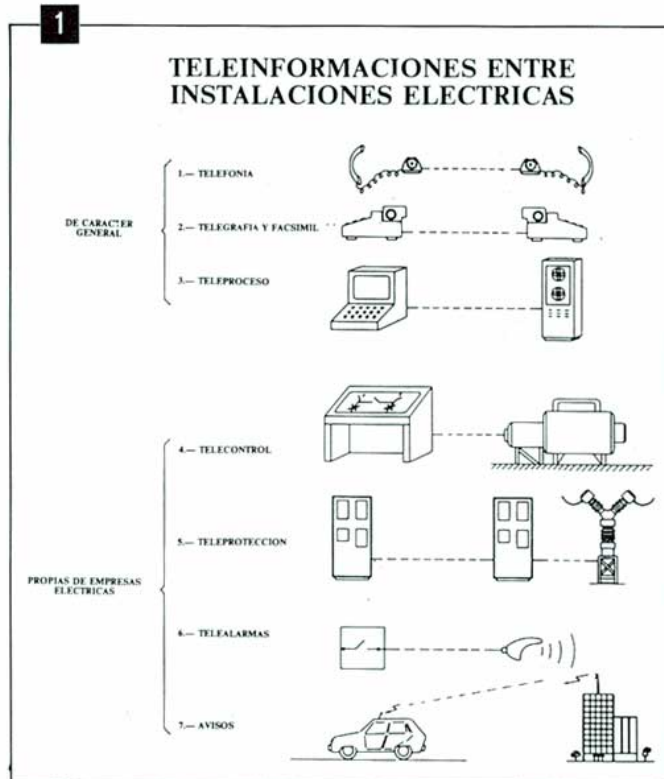
Sistemas de telecontrol

Estos sistemas están hoy muy desarrollados en las compañías eléctricas y se aplican a sus instalaciones de producción, transporte y distribución. En general todos ellos se componen de un sistema de adquisición de datos con terminales remotos instalados en las plantas eléctricas; un sistema de comunicaciones y un sistema de tratamiento de la información con interfaz hombre-máquina.

En la actualidad se instalan sistemas de telecontrol jerarquizados con funciones escalonadas. En muchos casos se pueden transferir funciones de unos centros de control a otros, actuando al mismo tiempo uno como reserva del otro.

La información que se transmite en estos sistemas de forma bidireccional es la siguiente:

- De la Subestación al Centro de control.
 - Medidas de tensiones, intensidades, potencias, etc.
 - Posición de interruptores, seccionadores, mandos, etc.
 - Lecturas de contadores de energía.
 - Alarmas y registros cronológicos de maniobras.
 - Información hidrológica.
- Del Centro a la Subestación.



- Ordenes de abrir o cerrar interruptores.
- Ordenes a los reguladores de tensión, velocidad, etc.
- Consignas y valores calculados en ordenador.
- Separación automática de cargas.
- Programas de arranque de grupos nucleares.

Todos los equipos utilizados en estos sistemas de telecontrol son de lógica programada y se utiliza una gama completa desde el microcomputador al gran ordenador.

En la figura 2 se representa una configuración típica de un centro de control regional que en este caso corresponde al instalado en Alicante. La configuración dual de los ordenadores proporciona una mayor seguridad al sistema.

Algunos Despachos utilizan aplicaciones de Inteligencia Artificial para simulaciones y diagnósticos que ayudan al operador a resol-

ver situaciones complejas de la red de alta tensión.

En las Subestaciones y Centrales eléctricas el concepto de control único centralizado, está dejando paso al control distribuido con microcomputadores que realizan funciones automáticas programadas tales como la reposición automática de servicio, regulación de tensión, reenganches automáticos de líneas, vigilancia de límites, etc. (3).

El diseño de una Subestación cambia radicalmente cuando se utilizan los sistemas distribuidos integrados con el telecontrol. Así desaparece el típico panel cargado de instrumentos, mandos, luces, etc. y se convierte en un sencillo terminal de vídeo, teclado e impresora. Los microcomputadores distribuidos por la planta dialogan entre sí por medio de cables ópticos con lo cual desaparecen los complicados y caros cableados con cables de cobre.

● Las ventajas de este nuevo concepto de Subestación son las siguientes:

- Importante reducción de costes en infraestructura.
- Aumento de la fiabilidad por utilizar circuitos VLSI.
- Aplicación del concepto de memoria a muchas funciones.
- Mantenimiento y autodiagnósticos realizados a distancia.
- Mayor precisión en las medidas.
- Registro de muchos datos para mantenimiento preventivo.

● Los inconvenientes que existen en este momento son:

- Falta de normalización en equipos y protocolos.
- Dependencia de un software aún poco desarrollado.
- Carencia de sensores

“
Se utilizan aplicaciones de I.A. para ayudar al operador a resolver situaciones complejas en la red de alta tensión.
”

adecuados al entorno eléctrico.

— Escasez de personal con preparación adecuada.

Teleprotección

Esta es una de las funciones más críticas de los automatismos utilizados en el sector eléctrico. De la eliminación rápida de las faltas en las líneas de alta tensión, dependen la estabilidad del sistema eléctrico y la seguridad de sus instalaciones. La incorporación a la red de grupos nucleares con potencias de 1000 MW exige a las protecciones tiempos de respuesta comprendidos entre 5 y 20 milisegundos.

Los terminales de protección instalados en los extremos de las líneas de alta tensión utilizan canales de comunicación para el intercambio de información y envío de ordenes. Estas transmisiones requieren rapidez, seguridad y obediencia, por lo que hay que llegar a compromisos entre el ancho de banda, velocidad de transmisión y protocolo de comunicaciones.

Algunas líneas de muy alta tensión utilizan doble protección con canales segregados para cada fase lo que supone un mínimo de seis canales de 4 kHz sólo para esta función.

Los últimos desarrollos en protecciones diferenciales requieren canales digitales de 64 kbits/s, e incluso ya se hacen experiencias con protecciones que utilizan un canal de 2 Mbits/s. En general todos estos canales se transmiten a través de fibras ópticas o radioenlaces. (4).

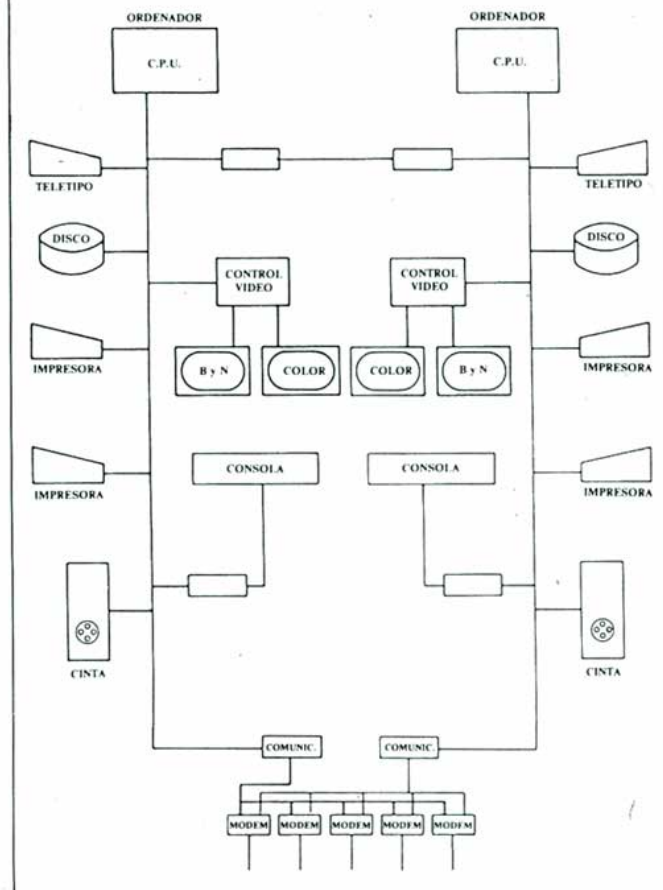
Medios de telecomunicación

Entre los más utilizados citaremos los siguientes:

- Onda portadora sobre línea de alta tensión. Es ampliamente utilizado y su espectro de frecuencias está muy saturado.
- Radioenlaces. Se uti-

2

CONFIGURACION TIPICA DE UN CENTRO DE CONTROL REGIONAL



- Satélites. Por el excesivo tiempo de propagación no pueden utilizarse para teleprotección. Se utilizan para transmisión de datos entre Despachos.

Como la mayor parte de la información que manejan las compañías eléctricas aparece en forma digital, la digitalización de sus redes de comunicación presenta indudables ventajas. El canal básico de 64 kbits/s se utiliza en muchas ocasiones para multiplexar diverso tipo de información que aparece en forma digital. Las tramas de 2 Mbits/s son las más adecuadas para unir los centros eléctricos. La convivencia de sistemas digitales y analógicos tendrá que existir aún durante bastante tiempo.

DESARROLLOS TECNOLOGICOS

La dinámica que caracteriza al sector eléctrico ha permitido la aplicación, rápida de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones. Describimos brevemente algunos desarrollos específicos.

Cables compuestos de fibras ópticas

La inmunidad de las señales ópticas a los campos electromagnéticos, permite construir cables compuestos que sirven para transportar la energía eléctrica y la información simultáneamente. Se fabrican varios tipos de cables compuestos, según su aplicación a cables de fase, de tierra o cables subterráneos. Los más utilizados son los de tierra cuya composición muestra la figura 3.

Las fibras ópticas son del tipo monomodo y trabajan en la banda de 1300 nm, con lo que se obtienen actualmente alcances de 80 km sin repetidor a 2 Mbits/s.

La instalación de estos cables en las redes eléctricas permitirá en el futuro disponer de una amplia red de

lizan especialmente en las bandas SHF y forman las redes troncales de comunicación. Las tecnologías de capa fina se utilizan en los sistemas digitales más avanzados y en los multiplexores PCM.

- Radiomóviles. Muy utilizados en las bandas VHF y UHF para el mantenimiento de redes rurales y urbanas. En algún caso también sirven de soporte al telecontrol móvil.

- Circuitos alquilerados. Se utilizan para funciones no críticas y como vías de reserva.

- Fibras ópticas. Suelen estar soportados por las mismas líneas de alta tensión y complementan a los radioenlaces.

“
Se construyen
cables
compuestos
que transportan
simultáneamente
la energía
eléctrica y la
información.
”

comunicaciones entre los diferentes centros eléctricos.

Subestación electrónica

Este concepto abarca diferentes desarrollos tecnológicos tales como:

- Control electrónico distribuido por medio de microcomputadores que integran las funciones de control, medida y protecciones.

- Red de área local con fibras ópticas para la comunicación de todos los micros citados. Utiliza un protocolo de paso de testigo y una velocidad de 20 Mbits/s.

- Sensores ópticos para medir tensiones, intensidades, temperatura, etc. Al medir directamente estos parámetros en alta tensión son innecesarios los transformadores de medida.

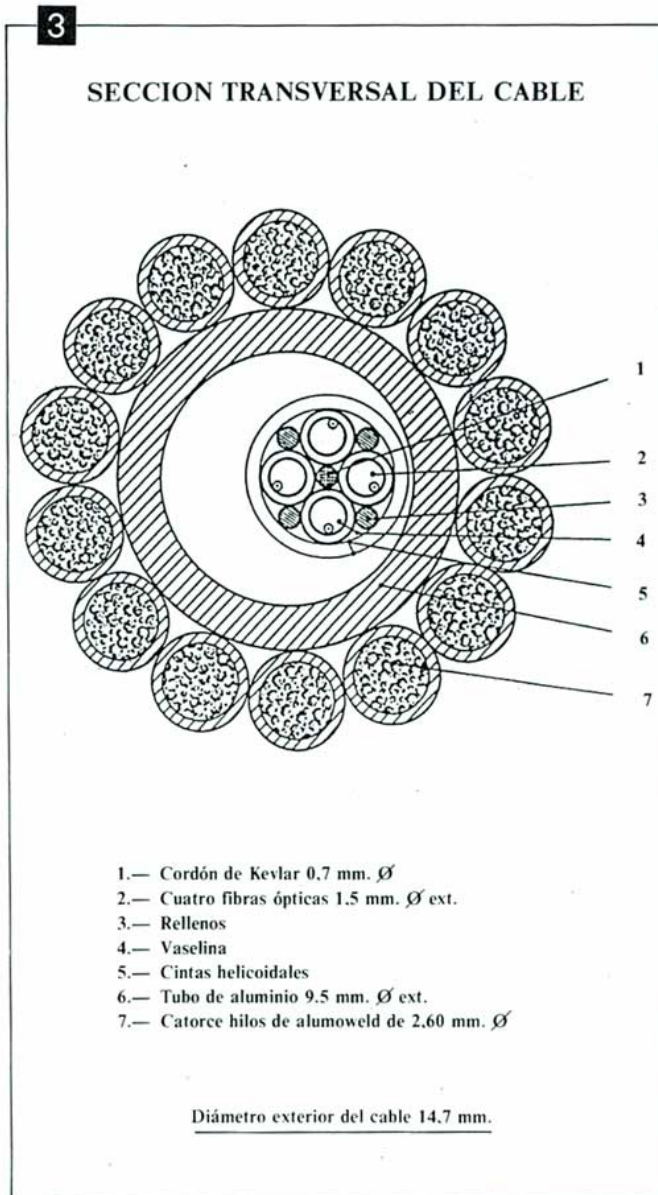
También se están desarrollando transformadores de potencia con bobinado de fibras ópticas para medir con precisión la temperatura del cobre.

- Control de la curva de carga de abonados. Este proyecto abarca un conjunto de desarrollos entre los que se incluye el contador electrónico, transmisión de lecturas a distancia y conexión-desconexión de cargas en casa del abonado, así como el cambio de tarifas.

Además de los ejemplos anteriores existen muchos desarrollos en el campo del software y de la Inteligencia Artificial, que harían interminable nuestra relación.

IMPACTO SOCIOECONOMICO DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS

Según el Libro Verde de la CEE "Servicios y Equipos de las Telecomunicaciones", se prevé que a finales de siglo estas tecnologías influirán en más del 60% de los empleos de la Comunidad Europea. (1).



El impacto de estas tecnologías en el sector eléctrico repercute en la organización de las empresas, en los medios técnicos y de personal y en el servicio a los abonados. En 1985 en EE.UU. las empresas eléctricas invirtieron en equipos y servicios de estas tecnologías 4.500 millones de dólares. (2).

Las compañías eléctricas han hecho un esfuerzo de adaptación de su personal a estas tecnologías como veremos en los siguientes ejemplos:

- Cuando los circuitos

lógicos electrónicos fueron reemplazando a los electromagnéticos, fue necesario readaptar a los electrotenimiento con formación eléctrica hacia las técnicas digitales.

- Los operadores de centrales y subestaciones pasan de manejar un centro desde un gran panel a manejar varios centros desde una consola con monitor de vídeo y teclado.

- Se hacen imprescindibles los especialistas en software.

- Al pasar a ser telemandados muchos centros el personal de operación se integra en la plantilla de mantenimiento. La población se traslada desde los poblados próximos a las centrales a los centros urbanos.

Siempre que sea posible se aplica el principio de que es más barato mover la información que mover al personal. Así pues los medios de Telecomunicación pasan a jugar un papel importante en la organización del trabajo, evitando muchos viajes y desplazamientos.

Como conclusión podemos afirmar que la aplicación de estas Nuevas Tecnologías en el sector eléctrico contribuye a la gestión más eficaz de la empresa, a mejorar el servicio al abonado y al desarrollo del trabajo en condiciones de mayor seguridad y confort.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Borrador del Libro Verde de la CEE sobre Servicios y Equipos de las Telecomunicaciones.
- (2) Establishing the electronic grid. Electrical World. Nov. 1986.
- (3) The overall impact of digital techniques for transmission systems-Substation Control. CIGRE SC35. Sep. 1987.
- (4) Development of command teleprotection signalling equipment for use on digital communication system. CIGRE SC35. Sep. 1987.
- (5) Presente y futuro de la informática en la explotación de los sistemas. A. Quintana 1987.
- (6) Las transmisiones en la compañía eléctrica. A. Llobet 1977.

“
Es más barato
mover la
información
que mover
al personal.
”