

Instalación de una red LAN con tecnología PLC

en una escuela del sistema de educación cubano

Por Ing. Luis Enrique Conde del Oso, Especialista Principal, Gerencia de Planeamiento Estratégico, DDAR, ETECSA
luisco@etecsa.cu

Introducción

En este artículo se pretende explicar cómo se efectuó la instalación de una Red LAN con tecnología de PLC en la Escuela Secundaria Básica (ESBU), Rubén Martínez Villena del Reparto Siboney, en Ciudad de La Habana, y las flexibilidades que introduce en el sistema educacional cubano al permitir la conectividad nacional de las escuelas pertenecientes al MINED, a través de su ISP RIMED, mediante la combinación de las tecnologías de acceso ADSL y PLC.

En su Red LAN-PLC este centro educacional podrá conectar sus 2 salas de computación, dentro de las cuales existe un servidor de clientes ligeros y 6 clientes ligeros más una PC para el profesor, además cuentan con un salón de profesores con 2 PC más, para un total de 16 PC. Sin embargo, el empleo de la tecnología PLC y el nivel de capilaridad de la red eléctrica del centro facilita que cada enchufe eléctrico se convierta en un acceso a la Intranet nacional.

Para esta instalación se dispuso de un módem ADSL, un Head End y 3 CPE de PLC con los cuales se pretende dar el servicio de acceso a la red de RIMED y, además, el

Servicio de ToIP entre módems, los que pueden ser conectados a cualquier enchufe del inmueble.

Características técnicas de la escuela

Este centro de estudio es un inmueble constituido por una planta baja y 4 niveles. En la planta baja no existen locales con aulas, sólo la Pizarra de Distribución General (PDG) eléctrica del edificio y una explanada donde se ubica una escalera para ascender al edificio. Esta pizarra se encuentra ubicada en un local sin seguridad que se muestra en la figura 1.



Figura 1 PDG de la escuela

El sistema de alimentación es bifásico con neutro, el cual distribuye desde la planta baja a la mayoría de los enchufes de los 4 niveles del edificio con 110 volts, su cableado eléctrico es nuevo, aunque no tiene la adecuada terminación.

Cada nivel del inmueble tiene su Pizarra de Distribución General, que controla el circuito eléctrico del piso.

En el primer nivel se encuentra ubicada la dirección, el local de profesores y oficinas, mientras que en el segundo y tercer nivel existen locales destinados a aulas y, por último, en el cuarto nivel se ubican las aulas y los laboratorios, entre ellos 2 son salas de computación.

En cada sala de computación existe un servidor conectado a un *switch* al que están conectados clientes ligeros desde los cuales los alumnos realizan sus actividades. La figura 2 muestra una idea general de la distribución del centro.

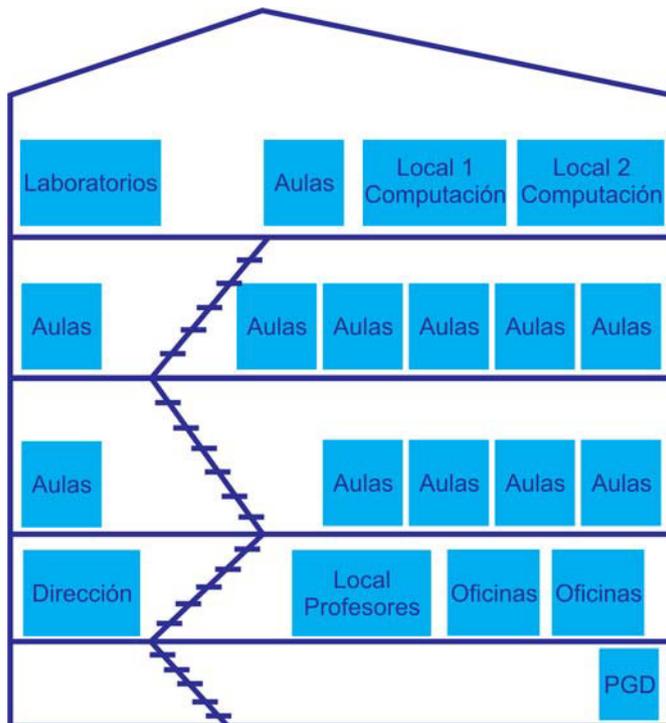


Figura 2 Distribución de locales del centro escolar



Figura 3. Pizarra eléctrica del cuarto nivel

La figura 3, por su parte, muestra las condiciones de la pizarra eléctrica del cuarto nivel donde se encuentran ubicados los laboratorios. Es importante señalar que, por ser un local abierto, allí no existen las condiciones de seguridad ni de interconexión requeridas para la inyección de la señal PLC.

Detalles de la variante de instalación seleccionada

En el diseño de implementación se optó por inyectar la señal PLC desde una de las salas de computación, en ambas fases respecto a neutro. Se trabajó con un *cluster* con Modo 6 —4 a 43 MHz— que permite una velocidad de la LAN en capa física de hasta 200 Mbps. Allí también se ubicó un módem ADSL, con un ancho de banda de 64 Kbps, con la red del ISP RIMED y se interconectaron ambos al *switch* instalado, para usar el servidor de clientes ligeros e instalar el *gatekeeper* con el propósito de brindar el servicio de ToIP.

La configuración de los equipos PLC es fija con Boot desde NVRAM, esto evita usar un DHCP y ficheros de autoconfiguración, los cuales, teniendo en cuenta las características del lugar, le aportan mayor seguridad al servicio pues evitan que los alumnos borren los ficheros de autoconfiguración y alteren los parámetros que, generalmente, se definen en el servicio DHCP-TFTP y su integración a un único servicio DHCP como el utilizado en el servidor de clientes ligeros.

En la figura 4 se muestra el servidor y el *switch*, ubicados en una de las salas de computación del cuarto nivel donde se instalaron los equipos ADSL y PLC.

Y las interconexiones en la sala de computación donde se instalará el Head End y el módem ADSL, se detallan en la figura 5.

En la otra sala de computación, ubicada en este mismo nivel, la interconexión se hará según se observa en la figura 6.

Tanto en el salón que ocupa la dirección como en el de los profesores la interconexión del servicio de ToIP y del acceso a la red del ISP RIMED se hará a través del cableado eléctrico del edificio y mediante el módem PLC (Figura 7).



Figura 4 Vistas del servidor y del switch

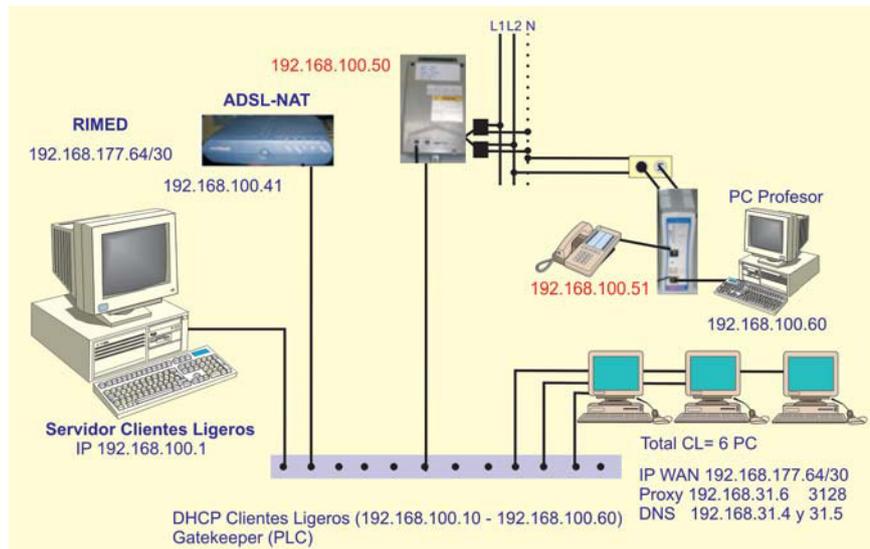


Figura 5 Detalles de la instalación del Head End y el módem ADSL

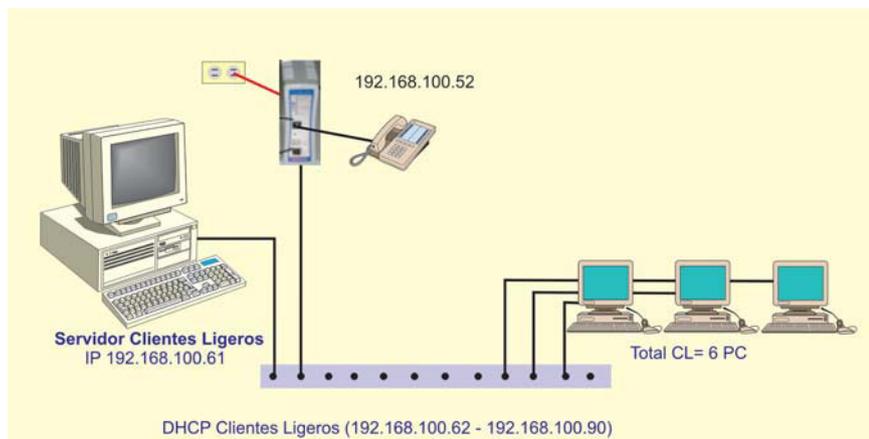


Figura 6 Interconexión en sala de computación del tercer piso

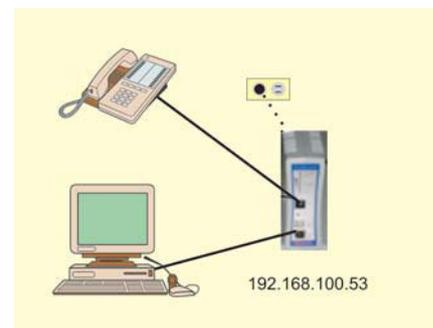


Figura 7 Interconexión del local de la dirección y del salón de profesores en el primer piso

Direccionamiento IP y numeración telefónica

Se utilizará una Red LAN con direccionamiento 192.168.100.0 con máscara 255.255.255.0 y el direccionamiento inicial del equipo PLC. Los números de teléfono asignados a cada módem PLC serán las siguientes:

Equipos	Dirección IP	Máscara	MAC	Teléfono
Servidor CL Sala 1	192.168.100.1	255.255.255.0	----	----
Servidor CL Sala 2	192.168.100.62	255.255.255.0	----	----
Head End	192.168.100.50	255.255.255.0	00:60:dc:29:01:ff	----
Módem 1	192.168.100.51	255.255.255.0	00:60:dc:20:16:44	111
Módem 2	192.168.100.52	255.255.255.0	00:60:dc:20:16:8c	112
Módem 3	192.168.100.53	255.255.255.0	00:60:dc:20:16:46	113

El direccionamiento IP del sistema PLC será dinámico y será asignado por el servicio DHCP del servidor de cliente ligero de la sala de computación No. 1. En la figura 8 se muestra los módems observados desde el Equipo de Cabecera (Head End) así como sus altas velocidades en transmisión y recepción.

```

AGC RX: enable RXG = 3
AGC TX: disabled TXG = 1
AUTOCONFIGURATION: DONE
AVAILABLE CONNECTIONS:
-----
EXTA: 100 Mbps Forwarding
EXTB: 100 Mbps Forwarding
-----
      MAC                PHY TX XPUT  PHY RX XPUT  BR STATE  STATE  NODE TYPE
-----
11. 00:60:DC:20:16:44  111 Mbps   96 Mbps     Forwarding I  CPE
10. 00:60:DC:20:16:46  176 Mbps  172 Mbps     Forwarding I  CPE
 9. 00:60:DC:20:16:8C   38 Mbps   24 Mbps     Forwarding A  CPE
Number of boots: 87

```

Figura 8 Observación realizada con el SecureCRT desde el Head End

Para un correcto funcionamiento del acceso es importante la configuración de los siguientes elementos, tanto en el servidor de clientes ligeros como en cada una de las PC de clientes ligeros:

- ♦ Dirección IP
- ♦ Gateway: 192.168.100.41
- ♦ DNS: 192.168.31.4
192.168.31.5

En el Internet Explorer debe ser configurado así:

- ♦ Proxy 192.168.31.6 Puerto 3128

Sin embargo, debe destacarse que en las PC de clientes ligeros debe configurarse el Internet Explorer para que asuma automáticamente la dirección IP y el DNS.

Herramientas de gestión instaladas en el servidor

En el servidor de clientes ligeros ubicado en el local de computación, Sala 1, se instaló el GNU *Gatekeeper*, el cual servirá como controlador de llamadas internas en ToIP soportado sobre H.323.

Además fue instalado el CRTSecure y el IPScan, que facilitan el envío de comandos por consola y la ocupación de direcciones IP del sistema.

Es importante recordar que no se requiere el servicio DHCP-TFTP en el equipamiento PLC debido a que este fue configurado en configuración fija y *boot* sobre NVRAM, que simplifica y le da un mayor nivel de seguridad a este tipo de instalaciones escolares, aunque no permite una telegestión como la soportada en la configuración dinámica y el empleo de los ficheros de autoconfiguración y el servicio TFTP.

Conclusiones

De manera general, se ha abordado los pormenores de una configuración simple de una pequeña LAN con tecnología PLC de muy bajo costo y trabajada en el Modo 6, que tiene un espectro de frecuencia comprendido entre 4 y 34 MHz y, por lo tanto, dispone de un ancho de banda de 30 MHz que permite una velocidad en capa física en la LAN de hasta 200 Mbps. Además, se ha referido la implementación de los servicios de ToIP y de acceso, con la utilización del servidor allí disponible, para la instalación del *gatekeeper*, aplicación que requiere de una baja capacidad de procesamiento, por lo que no provoca afectaciones al desenvolvimiento normal de este servidor de clientes ligeros y se minimizan las inversiones necesarias.

Por otra parte, fueron diseñados nuevos perfiles para los módems de abonados que fueron cargados a su NVRAM. Esto permitió brindar el servicio de ToIP aún sin el uso de las VLANs, aunque es oportuno precisar que esta situación sólo es válida para pequeñas LANs, pues el uso de las VLANs garantiza la QoS del servicio de ToIP en redes de mayores dimensiones. No obstante, el servicio de voz (ToIP) obtenido es de alta calidad muy similar al de la PSTN.

El costo de esta LAN, según precios de listados actuales, es menor de \$1500 USD y debe considerarse también la alta flexibilidad que brinda, con la oferta del servicio de ToIP interna sin inversiones adicionales. Su instalación se realizó además en un tiempo muy corto y sin afectaciones en el cableado eléctrico del edificio y, por supuesto, en el servicio de suministro eléctrico.

Finalmente, se refieren las facilidades y flexibilidades que se obtendrán con esta instalación: en primer lugar, la conectividad entre las 2 salas de computación con acceso a la intranet nacional a través del ISP RIMED; el servicio de ToIP entre ambas salas de computación y el salón de profesores ubicado en el primer nivel; la posibilidad de movilidad del módem ubicado en el salón de profesores o el de la sala de computación No. 1 con vistas a llevar el acceso y la ToIP a los enchufe de cualquiera de las aulas; la oportunidad de compartir un enlace dedicado de 64 Kbps a un total de 14 PC ubicadas en la escuela; la utilización como *backhaul* del par telefónico que brindaba y sigue brindando el único servicio de telefonía para este centro; y la posibilidad de supervisar las clases de las salas de computación e impartirlas, de manera remota, hacia otros sitios del edificio y desde cualquier enchufe eléctrico. 

Bibliografía

Conde del Oso, Luis Enrique. Informe Técnico Instalación Aparthotel Montehabana. Ciudad de La Habana: ETECSA, marzo 2006.

Conde del Oso, Luis Enrique. Informe Técnico de Instalación ESBU Rubén Martínez Villena, ETECSA, mayo 2006.

Conde del Oso, Luis Enrique. Prueba de Aceptación del Piloto PLC del Vedado. Ciudad de La Habana: ETECSA. noviembre 2005.

Guía de usuario de analizador de espectro PLC PROMAX, enero 2006.

Informes de MTGR de la UN Datos del ADSL del Aparthotel Montehabana. Ciudad de La Habana: Unidad de Negocios Datos, ETECSA, marzo 2006.

Informe técnico de mediciones efectuadas por la ACS del MIC. Ciudad de La Habana: mayo 2006, págs. 4 y 5.

Manual de Usuario TOYOCOM, julio 2004.

Reference Manual Mitsubishi PLC, noviembre 2005.

Reference Specifications for Power Line Communications Equipment. IDA Singapore, agosto 2003. Disponible en: <http://www.ida.gov.sg> (Consultado: abril de 2006) págs. 5 y 6.