



Universidad del Azuay
Facultad de Ciencia y Tecnología
Escuela de Ingeniería Electrónica

**Estudio del acceso a internet mediante Power Line Communications
para la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del
Azuay**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Ingeniero Electrónico**

Autores:

José Luis Ochoa Rodas

Carlos Iván Crespo Martínez

Director:

Msc. Leonel Pérez Rodríguez

Cuenca, Ecuador

2008

Dedicatoria

Este trabajo de grado, quiero dedicarlo a las personas que siempre serán las más importantes para mí, mis amados padres, puesto que sin su paciencia, comprensión, sacrificio y apoyo durante toda mi vida, no habría sido posible culminar con el mismo.

Va dedicado también a mis adorados abuelos, quienes siempre estuvieron a mi lado con su constante preocupación, amor y confianza, dándome nuevos bríos en el momento justo para alcanzar mis metas propuestas.

“José Luis Ochoa Rodas”

Este trabajo va dedicado humildemente a las mujeres y hombres que han contribuido en mi formación humana y profesional, recibiendo de ellos amor, perdón, paciencia, amistad y apoyo para seguir por buen camino. Dedico en lo particular:

A Dios, fuente de vida, por regalarme existencia, conciencia, salud, entendimiento en este instante de mi vida.

A Violeta, Iván, Dunia, Fernando y Pablo ya que con el apoyo de mis padres y compañía de mis hermanos logre cumplir la meta propuesta.

A mis familiares, compañeros y amigos que con su amistad estuvieron presentes en cada instante de mi historia personal.

“Carlos”

Agradecimiento

Mi profunda gratitud para la Universidad del Azuay por la formación académica, profesional, ética y moral que me ha brindado a través de todos estos años de estudio, de manera especial para el Ingeniero Leonel Pérez, mi invaluable maestro y amigo incondicional, quien con su ejemplo me ha incentivado a la investigación y a vencer retos cada vez más difíciles, que me han permitido desarrollar mis capacidades para alcanzar la meta que me he propuesto.

A todos mis profesores, compañeros y amigos con quienes compartimos momentos de esfuerzo, desvelo y sacrificio.

Y sobre todo a mi Dios, quién me concedió inteligencia, capacidad, constancia y fortaleza para superar todos los obstáculos; fue mi Amigo fiel y Compañero en todos mis pasos.

GRACIAS

“José Luis Ochoa Rodas”

Esta monografía no habría sido posible sin la generosa colaboración de muchas personas a quienes expreso mi agradecimiento.

Extiendo un especial reconocimiento a mi familia: Violeta, Iván y mis hermanos Dunia, Fernando y Pablo, por el respaldo e interés del tribunal académico, a la Universidad del Azuay por poner en mi los suficientes conocimientos y herramientas para cumplir futuras metas, agradezco a mis compañeros con quienes compartí una gran amistad.

A todos muchas GRACIAS.

“Carlos”

Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Ilustraciones y Cuadros.....	viii
Índice de Anexos.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
Introducción.....	1

CAPITULO I: TECNOLOGÍA PLC

1.1 Introducción.....	3
1.2 Historia.....	3
1.3 Funcionamiento de PLC.....	5

CAPÍTULO II: MÉTODOS DE TRANSMISIÓN DE LA TECNOLOGÍA PLC

2.1 Introducción.....	11
2.2 Dificultades de transmisión.....	11
2.3 Métodos de transmisión.....	12
2.3.1 División ortogonal y multiplexación de frecuencia (OFDM).....	12
2.3.1.1 Definición.....	12

2.3.1.2 Eficiencia espectral.....	13
2.3.1.3 Modulación.....	14
2.3.1.4 Implementación OFDM.....	16
2.3.1.5 Capacidad de acceso múltiple.....	19
2.3.2 Direct sequence spread spectrum (DSSS).....	20
2.3.2.1 Ventajas.....	21
2.4 Conclusiones.....	21

CAPÍTULO III: ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN UNA RED PLC

3.1 S-Nodo.....	24
3.2 X-Nodo del transformador.....	25
3.3 GW-Nodo en el cliente.....	26
3.4 BayPass del transformador.....	27
3.5 Accesorios PLC.....	28
3.5.1 Acopladores.....	28
3.5.2 Acoplador Ethernet.....	29
3.5.3 Filtro.....	30

CAPÍTULO IV: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA PLC

4.1 Introducción.....	32
4.2 Ventajas del PLC.....	32

4.3 Tecnología PLC con otras tecnologías de acceso a internet.....	33
4.3.1 PSTN.....	33
4.3.2 Cable Modem.....	33
4.3.3 DSL.....	34
4.3.4 Wimax.....	34
4.4 Desventajas.....	35
4.5 Conclusiones.....	35

CAPITULO V: ANÁLISIS DE LA RED PARA PROVEER INTERNET A LA FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY

5.1 Área de Laboratorios.....	37
5.2 Área Administrativa.....	41

CAPÍTULO VI: ESTUDIO DE LA APLICACIÓN PRÁCTICA PARA PROVEER DE INTERNET MEDIANTE PLC A LOS LABORATORIOS Y OFICINAS ADMINISTRATIVAS DE LA FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY

6.1 Inyección de la señal de internet a la red eléctrica.....	44
6.2 Distribución de la señal para el área de laboratorios.....	45
6.3 Distribución de la señal para el área administrativa.....	47

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Glosario

Bibliografía

Anexos

Anexo A

Anexo B

Anexo C

Índice de ilustraciones y cuadros

Figura 1.3.1:	Estructura externa/interna (outdoor/indoor) de la red PLC	6
Figura 1.3.2:	Estructura del Tramo Indoor de una Red PLC	8
Figura 1.3.3:	Conexión de un Modem Usuario.....	8
Figura 1.3.4:	Unidad de Acondicionamiento HFCPN.....	10
Figura 2.2.1:	Función de transferencia para una línea eléctrica...	12
Figura 2.3.1.2.1:	Comparación entre FDM y OFDM con 6 Sub Portadoras.....	13
Figura 2.3.1.4.1:	Interferencias con las que convive la línea de Potencia.....	17
Figura 2.3.2.1:	Comparación de la señal banda base con su espectro de banda ancha.....	21
Figura 3.1:	Esquema de Distribución de la Red Eléctrica.....	23
Figura 3.1.1:	Corinex MV Gateway (Equipo Cabecera/Repetidor)	24
Figura 3.2.1:	Corinex LV Gateway (Equipo Cabecera/Repetidor)	25
Figura 3.3.1:	Corinex MDU Gateway (Equipo Modem Usuario)..	26
Figura 3.4.1:	BayPass del transformador.....	27
Figura 3.5.1.1:	Acoplador Corinex (Vista Frontal y Lateral).....	29
Figura 3.5.2.1:	Adaptador Ethernet Corinex.....	30
Figura 3.5.3.1:	Señal de ingreso y salida del filtro.....	31

Tabla 2.3.1.3.1:	Codificación de dos bits.....	16
Tabla 2.3.1.4.1:	Soporte de modulación de IEEE 802.11a para OFDM.....	19
Tabla 5.1.1:	LABORATORIO DE INFORMÁTICA.....	37
Tabla 5.1.2:	LABORATORIO DE ADQ. DATOS – MICROPROCESADORES.....	37
Tabla 5.1.3:	LABORATORIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	37
Tabla 5.1.4:	LABORATORIO DE ANALOGICA Y DE POTENCIA...	37
Tabla 5.1.5:	AULA 1.....	38
Tabla 5.1.6:	LABORATORIO DE AUTOMATAS PROGRAMABLES	38
Tabla 5.1.7:	LABORATORIO DE ROBOTICA – CONTROL.....	38
Tabla 5.1.8:	LABORATORIO DE REDES.....	38
Tabla 5.1.9:	ADMINISTRACIÓN.....	39
Tabla 5.1.10:	BODEGA.....	39
Tabla 5.1.11:	DIRECCION DE ESCUELA.....	39
Tabla 5.1.12:	PASILLO DE LOS LABORATORIOS.....	39
Tabla 5.2.1:	DIRECCION DE ESCUELA.....	41
Tabla 5.2.2:	SALA DE PROFESORES.....	41
Tabla 5.2.3:	BODEGA.....	41
Tabla 5.2.4:	SUBDECANATO.....	41
Tabla 5.2.5:	PASILLO DE ENTRADA.....	42
Tabla 5.2.6:	PASILLO DECANATO.....	42
Tabla 5.2.7:	SECRETARIA FACULTAD.....	42
Tabla 5.2.8:	SECRETARIA.....	42
Tabla 5.2.9:	DECANATO.....	43

Índice Anexos

Anexo A:

Hojas de datos de equipos PLC

Anexo B:

Listado de precios de varios equipos PLC

Anexo C:

Planos de ubicación de equipos PLC

Resumen

El presente trabajo monográfico tiene como objetivo diseñar una red de datos alternativa para brindar el servicio de internet a los laboratorios de electrónica y oficinas administrativas de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, utilizando la tecnología PLC (*Power Line Communications*) que se basa en transportar datos por la red eléctrica a óptimas velocidades y con un despliegue rápido y seguro.

El diseño tanto para la red eléctrica como para la red Ethernet, se ha dimensionado de tal forma que tenga la flexibilidad necesaria para futuras ampliaciones y la coexistencia con otras tecnologías de punta.

Abstract

This monographic project is intended to design a PLC network as an option to give a internet service to electronic labs and business accounting of Faculty of Science and Technology of University of Azuay, using this technology (Power Line Communications) that pass dates by power network faster with a quickly and security installation.

The power network design like Ethernet network was done thinking in futures improves with present technologies.

Ochoa Rodas José Luis
Crespo Martínez Carlos Iván
Trabajo de Graduación
Msc. Leonel Pérez Rodríguez
Junio del 2008

ESTUDIO DEL ACCESO A INTERNET MEDIANTE POWER LINE COMMUNICATIONS PARA LA FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY

INTRODUCCION

Las telecomunicaciones tienen una buena aceptación económica y se hacen grandes inversiones en esta área. Las redes de transporte conectan varios nodos de diferentes proveedores de red. La conexión del cliente final a la red de transporte se realiza mediante la red de acceso y la red de distribución.

La conexión directa del usuario final se realiza mediante la red de acceso. Esta red abarca un radio de varios cientos de metros. Su implementación y mantenimiento es costoso, aproximadamente un 50% del costo de toda la inversión de la red está en la red de acceso, por este motivo las comunicaciones buscan alternativas para reducir estos costos. Una alternativa es la tecnología PLC (*Power Line Communications*) que usa la red eléctrica para transportar datos, evitando realizar una nueva implementación de red y así terminando el monopolio que tenían las telefónicas y los servicios de redes de CATV.

En la actualidad existen varias tecnologías para llevar datos a usuarios finales con altas velocidades y buenas QoS (Quality of Service), entre estas alternativas está la tecnología PLC.

El aporte de este trabajo monográfico, consta en ofrecer una opción eficiente para los laboratorios de electrónica y oficinas administrativas de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, para

que dispongan en sus instalaciones de las ventajas que ofrece la tecnología PLC, dotando del servicio de internet a los sectores anteriormente mencionados, dando la información necesaria de los componentes de red y el diseño de una posible nueva red PLC que pueda coexistir y trabajar conjuntamente con la red Ethernet existente.

El equipo principal en una red PLC es un modem, el cual, facilita la comunicación por la red de potencia. Un modem PLC recibe la señal de datos de algún teléfono, videocámara, computador, etc. convirtiéndola en una señal apropiada para que pueda ser transportada por la línea eléctrica y viceversa, el modem PLC recibe la señal de datos de un tomacorriente y la dirige a sus respectivos equipos de comunicaciones, siendo el dispositivo básico para conectar varios equipos de comunicaciones con la red eléctrica.

La red eléctrica no ha sido diseñada para transmitir datos, ya que a lo largo de esta red existe atenuación, también existen varias cargas generadoras de ruido que producen errores en el flujo de datos.

Para lograr sus mejores velocidades, *Power Line Communications* (PLC) debe trabajar en un rango de frecuencias que incluyen los 30 MHz, frecuencia que es usada por varios servicios de radio, por lo cual existe interferencia, ya que el cable eléctrico funciona como una antena receptora. Para reducir este negativo impacto en la transmisión de datos, PLC se basa en una modulación OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

Este trabajo monográfico también aporta con las ventajas y desventajas de la tecnología PLC en comparación con otras tecnologías alternativas y finaliza con un capítulo de conclusiones y recomendaciones, en donde se dan algunas observaciones sobre el estado actual de la red eléctrica de los laboratorios de electrónica y las oficinas administrativas de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, así como también las debidas recomendaciones para el diseño de la nueva red, ya sea una red híbrida PLC – Ethernet o netamente PLC.

CAPITULO I

TECNOLOGIA PLC

1.1 Introducción

PLC son las siglas de “*Power Line Communications*”, la tecnología que permite la transmisión de voz y datos a través de la red eléctrica existente. Este sistema posibilita actualmente la transmisión de información a velocidades de hasta 135 Mbps y 200 Mbps, posibilitando a su vez la transmisión de video, juegos en red, como también, compartir archivos, música y el acceso a una red estable y segura.

La red eléctrica es la más extensa del mundo, está formada por miles de kilómetros de cable, llega a millones de personas y ofrece servicios incluso a aquellos lugares donde no hay teléfono. Conectarse a Internet a gran velocidad y usar la línea telefónica en cualquier toma corriente es una realidad hoy en día por medio de esta Tecnología, basta con implementar equipos que son de fácil instalación y manejo.

En la actualidad, esta tecnología ofrece una alternativa para acceder a la banda ancha dado que los equipos PLC utilizan una infraestructura ya desplegada: los cables eléctricos. Basta un simple toma corriente para estar conectado, y además, ofrece una alta velocidad, suministra servicios múltiples con la misma plataforma y permite disponer de conexión permanente. Adicionalmente, al utilizar los cables eléctricos, como medio de transmisión, la instalación eléctrica domiciliaria se comporta como una red de datos en donde cada toma corriente es un potencial punto de conexión al mundo de la Internet.

1.2 Historia

La idea de utilizar el cable eléctrico para la transmisión de información no es nueva, el uso del PLC en sus orígenes se limitaba al control de las líneas eléctricas y a la transmisión a baja velocidad de las lecturas de

contadores (medidores eléctricos). Más adelante, las propias empresas eléctricas empezaron a utilizar sus propias redes eléctricas para la transmisión de datos en modo interno.

En 1997, las compañías *United Utilities*, de Canadá, y *Northern Telecom*, de Inglaterra, presentaron al mercado una tecnología que podía conseguir que Internet fuera accesible desde la red eléctrica: el PLC (*Power Line Communications*). Desde entonces, las compañías eléctricas empezaron a pensar que podían sacar un mayor rendimiento a sus redes y han sido numerosas las iniciativas en el sector para llevar a cabo un despliegue masivo de este servicio de comunicaciones. Luego fueron los alemanes los que se unieron a la carrera por desarrollar la tecnología *Power Line*. A fines del '99 y principios de 2000 España ingresó también en esta disputa por desarrollar esta tecnología.

En la actualidad, en algunos países como Austria o Suiza se ofrecen servicios básicos a un número relativamente bajo de usuarios. Alemania fue el primer país en ofrecer PLC comercial. La empresa pionera “RWE” ofrecía servicios por unos 35 euros al mes, alcanzando en el 2001 los 20.000 abonados. Esto explica que los principales suministradores europeos de estos equipos fueran *Siemens* y *Ascom* (Suiza). El 30 de septiembre de 2002, “RWE” de Alemania cesó sus servicios de PLC, dando como motivo problemas regulatorios no resueltos de utilización del espectro.

La tecnología de punta PLC permite ofrecer servicios de telecomunicaciones hasta el usuario final a través de la red eléctrica, utilizando la red de distribución de baja tensión existente, entre el centro de transformación y la terminal de red como medio de transmisión de voz y datos. Por lo tanto, la señal PLC comparte la línea eléctrica, aunque hay que destacar que utiliza un rango de frecuencias de bajo tráfico. Este rango espectral se encuentra comprendido entre los 1.6 y los 30 MHz, hallándose en la banda de HF (*high frequency*), también llamada “onda corta”.

El PLC es una tecnología probada, viable y competitiva frente a otras opciones como el ADSL y el cable, apoyada por las mayores empresas de energía y fabricantes de equipos a nivel mundial, con un gran potencial de contribución al desarrollo de la Sociedad de la Información y a la reducción de la brecha digital en los países en vías de desarrollo.

Es gracias a estas ventajas que, en el último año se han llevado a cabo más de 100 pruebas con gran éxito alrededor del mundo y 10 países han lanzado comercialmente servicios mediante la tecnología PLC, entre los que se incluyen una gran variedad de aplicaciones en diferentes campos: Internet de banda ancha, Voz sobre IP (VoIP), servicios multimedia y audiovisuales, servicios de domótica, que consiste en sistemas automatizados para servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación en casas-habitación (que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación) y red local interna, aplicaciones de gestión interna del consumo, medición automática en tiempo real (AMR), entre otras.

1.3 Funcionamiento de PLC

La comunicación PLC por los cables electrónicos requiere de un MODEM cabecera en el centro de transformación eléctrica que ilumina el edificio para enviar la señal. En el domicilio del usuario se instala un MODEM PLC (similar a los de ADSL) donde se podrán conectar sus equipos de transmisión de voz y datos como computadores, teléfonos, impresoras y potencialmente otros dispositivos preparados para ello como: alarmas, aire acondicionado, etc.

La tecnología *Power Line Communications* basa su estructura de funcionamiento, en la utilización de los cables eléctricos de baja tensión como medio de transporte desde un Centro Transformador, hasta el cliente, permitiendo entregar servicios de transferencia de datos. Básicamente, esto transforma al cableado de baja tensión, en una red de telecomunicaciones donde los enchufes de cada hogar u oficina, se vuelven puntos de conexión.

distribución hasta el medidor de la energía eléctrica que se encuentra en el hogar o edificio del usuario final.

En este punto, un repetidor se conecta con el equipo de cabecera situado en el centro de transformación de la empresa eléctrica, siendo el primer tramo de la red PLC. Existen dos tipos de equipos de cabecera: de Media Tensión (MT) y Baja Tensión (BT). Según el tipo, la distancia máxima de este tramo es de 600 y 300 m respectivamente, aunque esto siempre dependerá de la calidad del equipo especificado por el fabricante. (Figura 1.3.1).

El segundo sistema se denomina “*Indoor*”, y cubre el tramo que va desde el medidor del usuario hasta todos los tomacorrientes o enchufes ubicados al interior de los hogares u edificios según sea requerido por él usuario. Para ello, este sistema utiliza como medio de transmisión el cableado eléctrico interno de dichos inmuebles. El número de elementos necesarios en este tramo dependerá de la calidad de la red y la distancia entre equipos terminales. (Figura 1.3.2).

Para comunicar estos dos sistemas, se utiliza un equipo repetidor, segundo elemento de la red PLC. Este equipo, que normalmente se instala en el entorno del medidor de energía eléctrica, está compuesto de un MODEM terminal y un equipo cabecera. El primer componente de este repetidor recoge la señal proveniente del equipo cabecera del sistema *outdoor* y el segundo componente se comunica con la parte terminal del repetidor e inyecta la señal en el tramo *indoor*. El repetidor admite como máximo 256 módems y la distancia máxima en este tramo es de 300 m. (según especificaciones del fabricante).

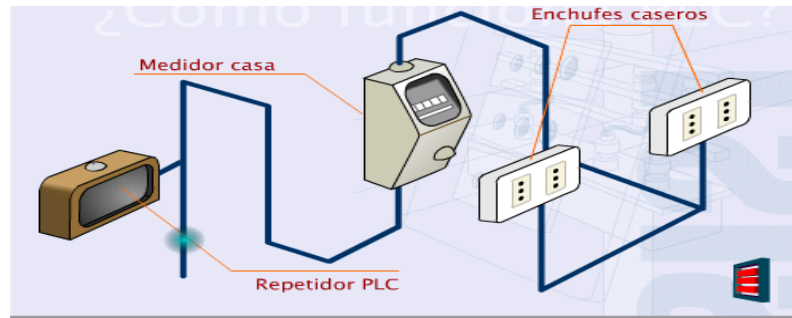


Figura 1.3.2 Estructura del Tramo Indoor de una Red PLC

Understanding Broadband over Power Line

Gilbert Held

El tercer y último elemento de la red PLC (*Power Line Communications*) lo constituye el MODEM terminal o MODEM cliente, que recoge la señal directamente de la red eléctrica a través de un toma corriente. (Figura 1.3.3). De esta manera tanto la energía eléctrica como las señales de datos que permiten la transmisión de información, comparten el mismo medio de transmisión, es decir el conductor eléctrico.

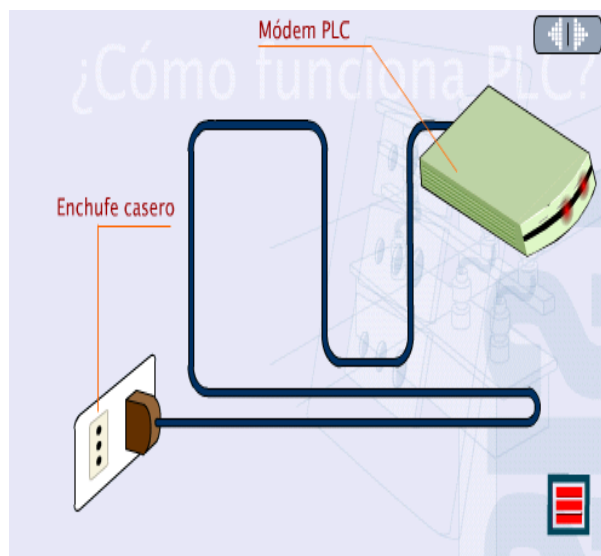


Figura 1.3.3 Conexión de un Modem Usuario

Understanding Broadband over Power Line

Gilbert Held

A este MODEM se pueden conectar un computador, un teléfono IP u otro equipo de comunicaciones que posea una interfaz Ethernet o USB

(Universal Serie Bus). Por su parte en la tecnología PLC el equipo cabecera (equipo emisor) emite señales de baja potencia (50mW) en un rango de frecuencias que van desde 1.6 Mhz hasta los 35 Mhz, es decir en una frecuencia varios miles de veces superior a los 50 ó 60 Hz en donde opera la energía eléctrica. Al otro extremo del medio de transmisión (el cable eléctrico) existe un receptor (equipo terminal) que es capaz de identificar y separar la información que ha sido transmitida en el rango de frecuencia indicado.

El hecho de que ambos servicios, los de energía eléctrica y los de transmisión de datos, operen en frecuencias muy distintas y distantes, permite que estos puedan compartir el medio de transmisión sin que uno interfiera sobre el otro. De esta manera, la tecnología PLC permite aprovechar una característica propia del conductor eléctrico que hasta la fecha se encontraba sin aprovechar la banda de frecuencia no utilizada por la energía eléctrica.

Los equipos PLC constan de una unidad de acondicionamiento CU llamada HFPCN (*High Frequency Conditioned Power Network*). (Figura 1.3.4). Esta unidad de acondicionamiento contiene los filtros de pase para separar las señales de electricidad y de los datos, y así no interferir un sistema con el otro, facilitando el acoplamiento entre los usuarios y una subestación eléctrica.

La Unidad de Acondicionamiento contiene tres puertos que se juntan. En primer lugar el dispositivo recibe la entrada agregada en su puerto de red NP (*Network Port*), esta entrada agregada pasa por un filtro pasa altos. Este filtrado de las señales de alta frecuencia permite derivarlos al puerto de comunicación CDP (*Communication Distribution Port*), y mediante un filtro pasa bajos se envía la electricidad al consumo.

La señal de 50 ó 60 Hz fluye del filtro pasa bajos y también sirve para atenuar el ruido provocado por las aplicaciones eléctricas en casa del cliente, ya que el agregado de estos ruidos extraños provocaría distorsiones significativas en la red. La señal de datos, sale de la CU a las

unidades de consumo y distribución de datos mediante el empleo de cables coaxiales estándar.

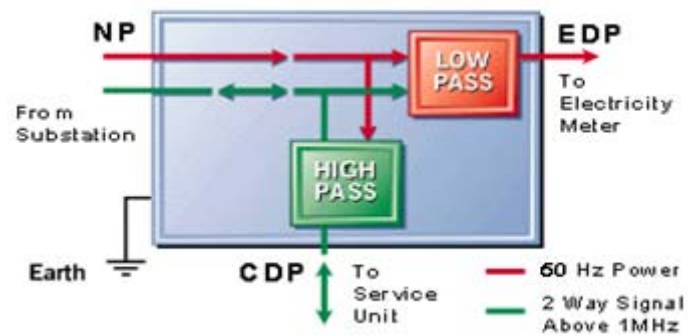


Figura 1.3.4 Unidad de Acondicionamiento HFCPN

Understanding Broadband over Power Line

Gilbert Held

La forma en la que se realiza la transmisión, modulación y el filtrado de las señales existente en una red PLC, se analizarán con mayor detalle en los capítulos posteriores.

CAPITULO II

METODOS DE TRANSMISION DE LA TECNOLOGIA PLC

2.1 Introducción

En este capítulo se empezara con la discusión de las desventajas que presenta la tecnología PLC para su transmisión y posteriormente como solución a estos inconvenientes se enumeran los dos métodos principales de transmisión del PLC, estudiando cada uno de estos centrándonos en describirlos, se aprenderá como estos métodos utilizan eficazmente el espectro de frecuencia, los tipos de modulación, la implementación y algunas ventajas. Los dos métodos se describirán separadamente.

2.2 Dificultades de transmisión

Como se observa en la figura 2.2.1 la función de transferencia en una línea eléctrica tiene una atenuación variable dependiendo de la frecuencia con la que se modula la portadora para llevar los datos, la línea se comportara como un buen o mal medio de transmisión. Más aun, no solo la función de transferencia va a ser variable en el dominio de la frecuencia, sino que es también variable en el tiempo, ya que se está trabajando con un medio de transmisión sometido a variaciones por la conexión y desconexión de cargas de manera independiente de la transmisión de datos que se puede estar produciendo en ese momento. Pero esta función es variable dependiendo de la línea que sea y los puntos que este uniendo físicamente, ya que va a tener cargas diferentes así como posiblemente propiedades físico-químicas, que hacen que esta función sea también diferente. Entonces al intentar modular una señal de datos sobre una portadora puede dar lugar a que esa portadora, de una determinada frecuencia, sea buena en unos casos pero mala en otros. Por tanto, una tecnología fiable debe asegurar una buena transmisión independiente de la variación de atenuación.

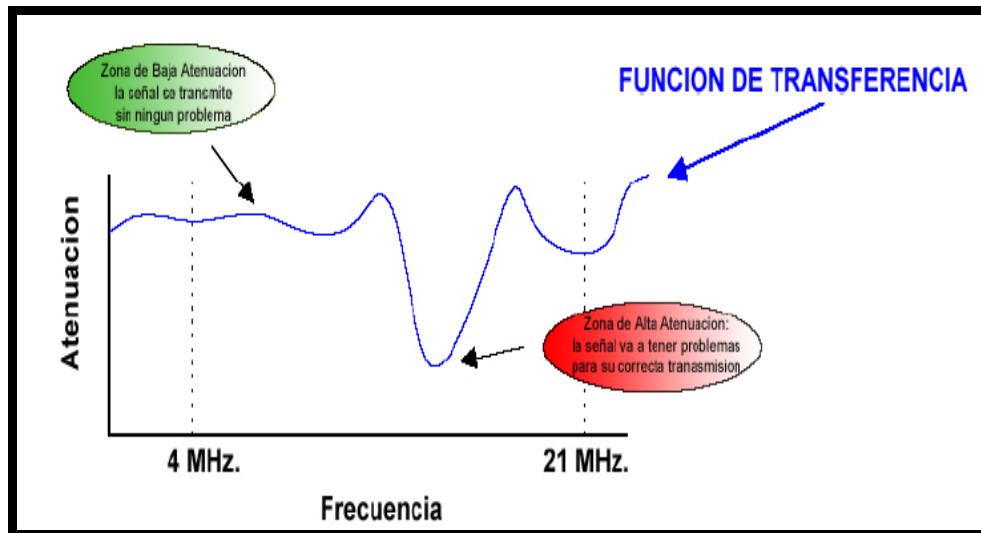


Figura 2.2.1 Función de transferencia para una línea eléctrica

<http://www.towercom.es/pcmedia.html> Daniel Méndez Pérez

2.3 Métodos de transmisión

La banda ancha por la línea de potencia tiene dos métodos de transmisión para llevar información por la línea eléctrica.

- *Orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM). Usa un gran número de portadoras con anchos de banda muy estrechos.
- *Direct sequence spread spectrum* (DSSS). Opera con baja densidad de potencia espectral.

2.3.1 División ortogonal y multiplexación de frecuencia (OFDM)

2.3.1.1 Definición

OFDM representa un método de transmisión en el que múltiples portadoras son usadas en vez de una sola portadora. Estas múltiples portadoras son moduladas para que cada portadora lleve información y se combinen en una única señal para su transmisión por un solo canal, está es una técnica similar utilizada en la tecnología DSL (*Digital Subscriber Line*) y que ha sido adoptada como estándar de transmisión *Wireless LAN*

de alta velocidad por el IEEE (Estándar IEEE para redes 802.11a LAN *Wireless* de gran velocidad).

OFDM se basa en la multiplexación por división de frecuencia (FDM). FDM es una tecnología que habilita múltiples señales para ser transmitidas simultáneamente sobre una conexión de transmisión como cable coaxial o línea de energía. Con FDM cada señal ocurre dentro de un único rango o banda de frecuencia. OFDM utiliza un gran número de portadoras. Estas portadoras se separan en frecuencias exactas evitando que los demoduladores vean otras frecuencias diferentes a las utilizadas.

2.3.1.2 Eficiencia espectral

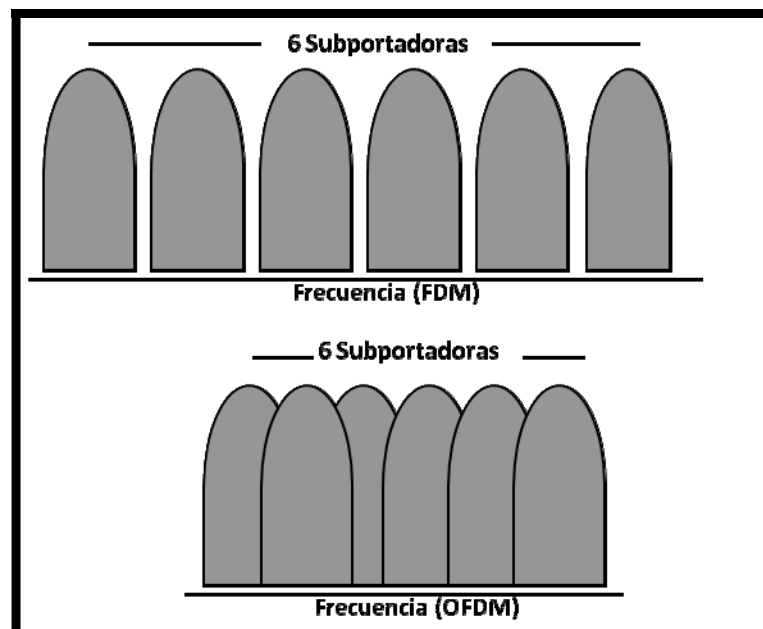


Figura 2.3.1.2.1 Comparación entre FDM y OFDM con 6 sub-portadoras

Understanding Broadband over Power Line

Gilbert Held

La figura 2.3.1.2.1 muestra un gráfico comparativo entre los espectros FDM y OFDM. Las sub-portadoras de OFDM se solapan unas con otras en tanto que las del sistema FDM se encuentran separadas. La capacidad de las sub-portadoras para solaparse se da porque la localización de

frecuencias es ortogonal. Significa que matemáticamente las frecuencias están desfasadas perpendicularmente, permitiendo que el espectro de cada sub-canal se solape con otro sin causar interferencias al canal.

De la figura 2.3.1.2.1 se deduce que OFDM reduce la cantidad de banda ancha requerida para transportar información respecto a FDM. El solapamiento de señal del sistema OFDM presenta un desafío en la demodulación. Para la demodulación de la señal se requiere una transformada discreta de Fourier (DFT). Actualmente muchos chips ofrecen la rápida transformada de Fourier, el uso de estos dentro del modem facilita los procesos de demodulación. La técnica de modulación OFDM es usada para televisión digital en Europa, Japón y Australia así como también en las series IEEE 802.11 para redes LANs *wireless* de gran velocidad.

2.3.1.3 Modulación

Modulación es el proceso por el que una onda portadora operando a una frecuencia particular dentro de los rangos especificados, es modificada para llevar información. Esta modificación de la onda se puede hacer en su amplitud (modulación de amplitud), en su frecuencia (modulación de frecuencia) o en su cambio de fase (modulación de fase) dependiendo de las necesidades precisas en el momento de la modificación.

Hay tres modulaciones básicas.

- Modulación de amplitud.
- Modulación de frecuencia.
- Modulación de fase

Modulación de Amplitud (ASK): En este método de modulación la onda portadora es modulada en escalones con el mensaje digital, la modulación consiste en una serie de unos y ceros, lo que queremos decir es que una amplitud representa el código binario 1 y otra diferente amplitud representa el código binario 0, ya que la amplitud cambia entre dos

valores, esta técnica también es conocida como *amplitude shift keying* (ASK).

Modulación de Frecuencia (FSK): Esta técnica de modulación representa el primer método usado por módems para modular información. Una frecuencia es usada para representar el código binario 1 y otra frecuencia distinta representa el código binario 0. Porque las frecuencias cambian de una a otra basada en la composición de los bits en un mensaje, esta modulación también es conocida como *frequency shift keying* (FSK).

Modulación de Fase (PSK): Cambia la fase de la onda portadora basado en el contenido de unos y ceros de un mensaje. Una onda portadora puede estar en fase o fuera de fase variando su ángulo de fase, representando múltiples valores de bits con cada cambio de fase. Por ejemplo consideremos una modulación de fase que varía la fase a 0° , 90° , 180° y 270° , con 4 cambios de fases hay como representar 2 bits por cambio de fase como se indica en la tabla 2.3.1.3.1. Cuando 2 bits son asignados a cada cambio de fase se llama codificación de dos bits, de tal forma si tres bits son asignados a cada cambio de fase se llamaría codificación de tres bits. Cuando usamos dos bits codificados, la velocidad de modulación es la mitad de la velocidad de datos y se requieren 2^2 cambios de ángulos de fase para representar todas las combinaciones de bits. Igualmente si utilizamos tres bits por cambio de fase nosotros necesitaremos 2^3 cambios de fase y la velocidad de modulación será $1/3$ de la velocidad de datos.

Fase	Bits codificados
0	00
90	01
180	10
270	11

Tabla 2.3.1.3.1 Codificación de dos bits

Understanding Broadband over Power Line

Gilbert Held

Métodos de modulación combinada: Uno de los más interesantes tipos de modulación que supera algunos de los problemas asociados con los cambios de fase combinando la modulación de amplitud con la modulación en fase. Este método de modulación se describe como una modulación de amplitud en cuadratura (QAM), resulta en la capacidad de codificar muchos bits en cada cambio de señal esto significa en un cambio de amplitud y de fase.

2.3.1.4 Implementación OFDM

Hay varios métodos empleados para implementar OFDM. La mayoría de métodos comienzan con el uso de un esquema de corrección de error para proteger los datos elementales de corrupción o reconocer uno o más errores dentro de un paquete que se producen por la existencia de fuentes generadoras de ruidos en la red eléctrica como lámparas halógenas en el momento de encendido y apagado (figura 2.3.1.4.1), que van y vienen a alta velocidad y que no podrían ser detectadas con la suficiente velocidad por el sistema, a fin de variar los problemas de emisión. Se está hablando

de señales que pueden generarse en cualquier momento, y de duración por lo menos de 1us y dado que la transmisión de datos se produce a 14 Mbps, una interferencia de 1us puede convertir la señal de datos en un conjunto de bits “basura” rápidamente.

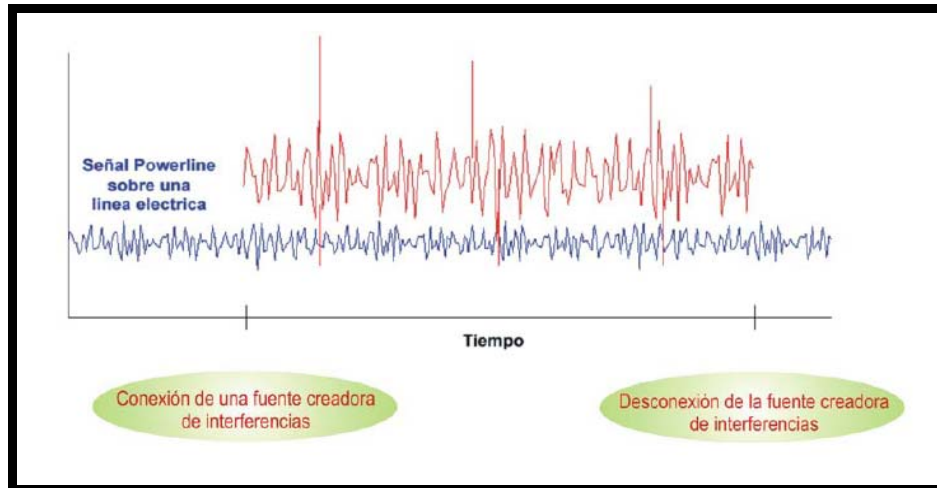


Figura 2.3.1.4.1 Interferencias con las que convive la línea de potencia

<http://www.towercom.es/pcmedia.html>

Daniel Méndez Pérez

Para proteger los datos de corrupción la secuencia de datos usa un código de corrección de error “*Forward Error Correction*”. En comparación, si el método de corrección de error es diseñado simplemente para retransmitir paquetes cuando uno o más bits de errores son detectados, el dato es empaquetado y un algoritmo es usado para aumentar un carácter de control al final del bloque de datos. En el receptor el mismo algoritmo es utilizado en los datos del paquete. Entonces la trama local es comparada con la trama del receptor. Si las dos son iguales, el paquete será recibido sin ningún error. Si las dos tramas no son iguales, uno o más bits de errores han ocurrido y el receptor transmitirá un reconocimiento negativo, este informara al transmisor para retransmitir el paquete. Si el dato a ser transmitido necesita protección, entonces un algoritmo de cifrado es aplicado a la secuencia del dato.

Una vez que la secuencia de datos es codificada y empaquetada, esta es modulada. En las décadas pasadas varias versiones de QAM fueron usadas con OFDM. Para explicar los varios métodos de modulación QAM se estudiara el estándar IEEE 802.11a, el cual define la operación de *wireless* LANs en la banda de frecuencia de 5 GHz. Para este estándar se definen 4 tipos de modulación. Como se muestra en la tabla 2.3.1.4.1 la versión IEEE802.11a de OFDM define el uso de *binary phase shift keying* (BPSK), *quadrature phase shift keying* (QPSK) y dos versiones de QAM. Dependen del método de modulación, la velocidad de codificación y el número de bits cifrados por portadora, las versiones IEEE 802.11a de OFDM puede soportar velocidades de los datos desde 6 Mbps hasta 54 Mbps.

De la tabla 2.3.1.4.1 se desprende que el método de modulación OFDM para el estándar IEEE 802.11a involucra la división de una secuencia de datos en forma serial en grupos de uno, dos, cuatro o seis bits, con el número de bits basados en la velocidad de datos. Por ejemplo observando la tabla 2.3.1.4.1 si una velocidad de datos de 48 Mbps es seleccionada cada serie de 4 bits en la secuencia de datos serial es modulada a 16 QAM.

Velocidad de datos (Mbps).	Métodos de modulación	Velocidad de codificación	Bits de cifrado / sub-portadora
6	BPSK	1/2	1
9	BPSK	3/4	1
12	QPSK	1/2	2
18	QPSK	3/4	2
24	16-QAM	1/2	4
36	16-QAM	1/2	4
48	16-QAM	3/4	4
54	64-QAM	2/3	6

Tabla 2.3.1.4.1 Soporte de modulación de IEEE 802.11a para OFDM

Understanding Broadband over Power Line

Gilbert Held

2.3.1.5 Capacidad de acceso múltiple

Una ventaja adicional de OFDM es permitir a las sub-portadoras ser asignadas a diferentes usuarios. Por ejemplo las sub-portadoras 1, 3, 5 y 7 pueden ser asignadas a un usuario A en tanto que las sub-portadoras 2, 4, 6 y 8 pueden ser asignadas a un usuario B. Así OFDM puede representar una técnica de acceso múltiple, porque un tono individual o un grupo de

tonos pueden ser asignados a diferentes usuarios. Los usuarios pueden ser asignados a un número predefinido de tonos cuando tienen información que se transmitirá o pueden ser asignados a un número tonos basados en la cantidad de información que se transmitirá. La asignación de tonos es controlada en la capa Media Access Control (MAC), que utiliza un algoritmo de programación para asignar los recursos basados en las demandas del usuario.

2.3.2 Direct sequence spread spectrum (DSSS)

Las comunicaciones del espectro de propagación incluido en DSSS representan un método de la transmisión, no una técnica de modulación. Es decir, usando DSSS, usted puede transmitir una señal con FSK, PSK, u otro método de modulación. DSSS combina cada señal de los datos en la estación que transmite en una secuencia de bits con la más alta velocidad de datos. En vez de transmitir un solo bit de datos a la vez, se transmite una serie de bits redundantes. Entonces, si uno o más bits en la configuración de bits se daña durante la transmisión, la composición original del bit puede ser recuperado debido a la redundancia de la transmisión del bit. Así, si el bit de datos es un 0 binario y un código que da 5 resultados en la transmisión de los cuales son recibido debido al ruido como 10010, por haber tres 0 y dos 1 binarios, el receptor asumiría que un 0 binario fue transmitido.

En el espectro de propagación de comunicaciones, la señal de banda base, que representa los datos originales modula en una frecuencia particular, se separa hacia fuera sobre una amplia gama de frecuencia. La figura 2.3.2.1 ilustra la relación entre una señal de banda base y su propagación por una gama de frecuencias. Una vez que una señal se extiende por una gama de frecuencias, el receptor recupera la señal recibida. Así pues, el receptor utiliza el mismo algoritmo para recuperar los datos.

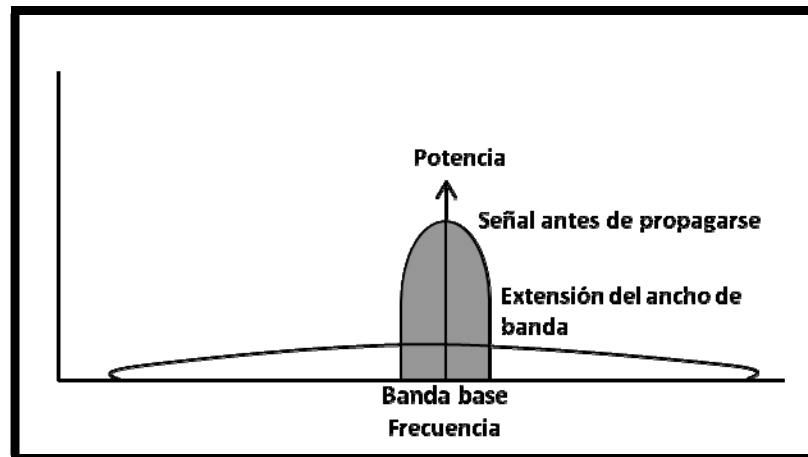


Figura 2.3.2.1 Comparación de la señal banda base con su espectro de banda ancha

Understanding Broadband over Power Line

Gilbert Held

2.3.2.1 Ventajas

De la figura 2.3.2.1 se puede notar que la técnica de propagación requiere el uso de una banda de frecuencia ancha cuando una señal de banda base se modula directamente. Afortunadamente, el requisito para más frecuencia es compensado por una serie de ventajas asociadas al espectro de comunicaciones. Esas ventajas incluyen bajos problemas de interferencia. Porque el espectro utiliza un algoritmo, la transmisión se extiende por una gama de frecuencias, que reduce al mínimo cualquier interferencia potencial, porque la interferencia ocurre normalmente dentro de una gama de frecuencias cercanas a la banda base.

2.4 Conclusiones

Concluimos que la tecnología PLC presenta problemas en la transmisión de datos porque la red eléctrica es un medio hostil, ya que la señal de datos convivirá con otros conjuntos de ellas que viajan por el mismo medio físico y que son provocadas por ruidos e interferencias generadas por varias fuentes. Pero se tiene una solución llamada OFDM (división ortogonal y multiplexación de frecuencias), que permite la combinación

de varias señales en una única para su transmisión por un solo canal y la otra DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*) que es una técnica de transmisión de redundancia de bits para evitar que los datos se corrompan.

CAPITULO III

ELEMENTOS QUE INTERVIENE EN UNA RED PLC

Como con la mayoría de las tecnologías de comunicaciones de datos a altas velocidades, PLC requiere del uso de conmutadores, ruteadores y repetidores para proporcionar una segmentación de la red que garantice el ancho de banda, el número de usuarios y los servicios proporcionados por las redes de comunicaciones de datos que estarían ahora sobre las redes de distribución eléctricas. Esto requiere de varios dispositivos posicionados entre la red y la subestación (S-Nodo), en espacios intermedios como los repetidores (R-Nodo), en transformadores de distribución (X-Nodo) y en la casa del cliente el modem PLC o *gateway* (GW-Nodo).

Para una mejor explicación de estos elementos, se analizará a una de las empresas líderes en el mercado y con mejor variedad de elementos para una red PLC, tal como lo es la Empresa Corinex (Fabricantes y Distribuidores a Nivel Mundial de la Tecnología PLC), sin que esto quiera decir que no existen varios fabricantes más con soluciones para las diferentes etapas de la red PLC como se observa en la figura 3.1.

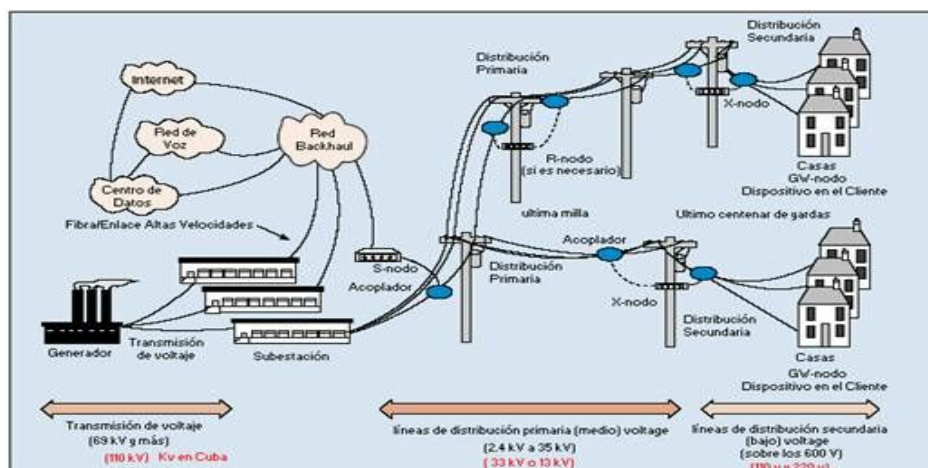


Figura 3.1. Esquema de Distribución de la Red Eléctrica

3.1 S-Nodo

En la subestación el S-Nodo se utiliza para conectar la red PLC a una red de *backhaul*, es decir, Internet, la red telefónica pública (PSTN) y otros. Típicamente, se instalaría a las subestaciones de medio voltaje (MV) donde se conectan múltiples líneas de distribución de MV. Sin embargo, los S-Nodos también se pueden instalar en otra parte, como es en el sistema de distribución, dónde pueda requerirse o desear la conectividad del *backhaul*.

La gama de productos de *Corinex Medium Voltage Access Gateway* transforma una red eléctrica de un Servicio Público en un *backbone* (columna vertebral) de comunicaciones de banda ancha para los usos de redes inteligentes y/o el acceso de banda ancha. Cada “*MV Gateway*” contiene tres módulos de banda ancha de *Powerline* de 200Mbps (BPL) que permiten comunicaciones en líneas de MV y la inyección simultánea en las líneas de bajo voltaje LV (desviando el transformador).

El *Corinex MV Gateway* (Figura 3.1.1) puede actuar como un equipo cabecera de una red o un dispositivo de repetición, con distancias de hasta 2 kilómetros (1.25 millas) entre los servicios. Dentro de los usos de redes inteligentes, la tecnología de *Corinex* permite incluso que se salten los transformadores, usando así menos dispositivos y mejorando el retorno de la inversión.



Figura 3.1.1. Corinex MV Gateway (Equipo Cabecera / Repetidor)

<http://www.corinex.com>

Hojas de Datos de equipos Corinex

3.2 X-Nodo del transformador

El X-nodo del transformador puede funcionar para transferir los datos entre las líneas MV y LV y puede servir como un repetidor a lo largo de la línea de MV. El X-nodo es un módulo que se encuentra convenientemente cubierto para poder ponerse en un ambiente expuesto a los elementos externos. A través de la adición de una tarjeta, el X-nodo puede proporcionar la funcionalidad de repetidor a un costo adicional pequeño.

La Empresa de desarrollo *Corinex* dispone de una extensa gama de productos para esta etapa de la red PLC, tal es así como el Corinex Low Voltage Access Gateway (figura 3.2.1) es el más reciente desarrollo de la Tecnología AV200 de Corinex. El Corinex Low Voltage Access Gateway es de fácil instalación en los vecindarios o en los MDU (Multiple Dwelling Units), donde el LV Gateway actúa como un módem tipo head-end (cabeza terminal), extendiendo una conexión de Internet (Fibra, ADSL, Satélite) ya sea a un Powerline o a una infraestructura de cable coaxial, dependiendo de los requerimientos del cliente.

La Tecnología AV200 Powerline de Corinex ofrece numerosas posibilidades de red con una asombrosa velocidad de transferencia de datos de hasta 200 Mbps en la capa física. La Tecnología OFDM y el poderoso sistema de corrección de errores, utilizados en la Tecnología AV200 permiten un óptimo desempeño aún bajo condiciones severas en las redes eléctricas o coaxiales.



Figura 3.2.1. Corinex LV Gateway (Equipo Cabecera / Repetidor)

3.3 GW-Nodo en el cliente

La red de PLC proporciona la conexión al cliente final por medio del GW-nodo. Este nodo contiene una interfaz de PLC que se conecta a un toma corriente dentro de la casa y es un módulo construido para permitir varias interfaces para los servicios en la casa, como soporte para un red de datos en la casa o servicios de telefonía por los puertos normales del teléfono analógico. La naturaleza del módulo GW-nodo puede soportar las redes en casa como son: Inalámbrico, HomePlug (PLC en el hogar) o HomePNA (datos sobre teléfonos alámbricos en casa).

Las redes de PLC soportan el protocolo de administración simple de la red (SNMP) y otros servicios, como habilitar el monitoreo de los sistemas de redes para recoger las estadísticas que proporcionan los datos, monitoreando dispositivos de empresas específicos. Estos componentes soportan otras capacidades como la prioridad de tráfico, la asignación de ancho de banda, la calidad de servicio (QoS) y LANs virtuales (VLANs).

Para esta etapa, la empresa *Corinex* propone un MDU (Multiple Dwelling Units) que con los 200 Mbps del MDU Gateway (figura 3.3.1) permiten la distribución de señales de banda ancha sobre cableado eléctrico o coaxial existente dentro de hoteles, unidades multifamiliares, hospitales, escuelas y otras MDU. La Tecnología AV200 *Powerline* de *Corinex* está basada en el pre-estándar UPA (*Universal Powerline Association*) y alcanza una velocidad en transferencia de datos de hasta 200 Mbps, propagando señales a través de todo el MDU. La distribución del Gateway es simple y sencilla, permitiendo acceso a Internet, VoIP e incluso video en tiempo real en cada cuarto dentro del MDU.



Figura 3.3.1 Corinex MDU Gateway (Equipo Modem Usuario)

3.4 BayPass del transformador

El diseño del sistema PLC utiliza un bypass en el transformador de distribución para entregar la señal al cliente local. Los transformadores de distribución atenúan significativamente la mayoría del espectro de RF utilizada por PLC. Por consiguiente, una solución es crear un camino para el paso de la señal RF o a través de un bypass del transformador de distribución. Sin embargo, es indispensable que este camino se limite sólo a la señal RF del PLC y no a la los 60 Hz de electricidad.

Las ventajas del bypass del transformador son su bajo costo, facilidad de instalación, mantenimiento y que no disminuye la fiabilidad total eléctrica. El bypass del transformador, como se muestra en la figura 3.4.1, está compuesto de un acoplador inductivo de MV, un dispositivo X-Nodo y un acoplador de LV. El acoplador de LV puede ser inductivo o capacitivo que depende de la topología del sistema de distribución y otros factores. El módulo X-Nodo está montado dentro de la caja de comunicaciones del poste y energizada por una derivación de 110 V del circuito secundario.

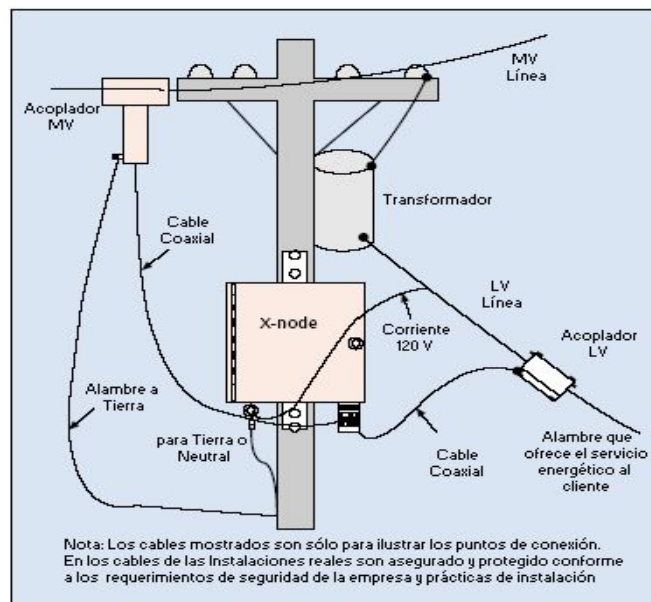


Figura 3.4.1. BayPass del transformador

Los elementos mencionados anteriormente, comprenden una red PLC de Medio Voltaje y Bajo Voltaje. A continuación se mencionan y se explican los accesorios que se encuentran en el mercado para garantizar una mayor flexibilidad de la red y un rendimiento adecuado y preciso que acompañan a los principales equipos que brindarán al usuario final el servicio requerido.

3.5 Accesorios PLC

Existen diferentes tipos de elementos que ayudan al buen desempeño de una red eléctrica para la transmisión de voz y datos. Para su descripción se toman como base las respectivas hojas de datos de empresas líderes en la construcción y distribución de equipos PLC, tanto para redes de Medio Voltaje como para la red de Bajo Voltaje y accesorios en general, se trata de *MainNet Communications* y *Corinex*, entre otras. Las hojas de datos se incluyen como anexo a este trabajo monográfico.

3.5.1 Acopladores

En un gran número de países el servicio eléctrico se proporciona en hogares con dos alimentaciones de fases opuestas. Estas dos fases se distribuyen a través del hogar a cada toma eléctrica. Para la distribución eléctrica, este diseño de fase doble no es un inconveniente, ya que, un dispositivo eléctrico funciona tanto en la fase 1 como la fase 2. Sin embargo, para la distribución de Ethernet en la red eléctrica, estas dos fases pueden causar algunas dificultades en conseguir una señal completa de *Powerline* y el máximo ancho de banda para todos los enchufes. Una señal de *Powerline* que es inyectada en una fase de un circuito con dos fases en el hogar tendrá dificultad para transmitirla a un adaptador de *Powerline* conectado a la segunda fase.

La solución a este problema es "juntar" las dos fases para asegurar una señal completa de *Powerline* que está disponible en todos los enchufes eléctricos en el hogar, sin importar si son de la fase 1 o de la fase 2. Hay varias maneras de juntar las fases y la empresa *Corinex* proporciona una solución simple y fácil para hacerlo. Aunque la señal de las unidades de

Corinex AV200 sean desde 2 MHz hasta 34 MHz, *Corinex* también junta señales en el rango de 100 KHz hasta 200 KHz para permitir las señales de Powerline "de banda estrecha" las cuales son utilizadas algunas veces para controlar los dispositivos utilizados en todo el hogar.

Varios tomas eléctricas en el hogar pueden ofrecer oportunidades para acoplar las dos fases y los acopladores de fase de *Corinex* están diseñados para esto. En algunas regiones, las dos fases se combinan en una toma eléctrica en la cocina. En la mayoría de las regiones, las dos fases son de 110 Volts y se combinan en algunos enchufes eléctricos para 220/240 Volts para los equipos electrodomésticos como secadores de ropas.

El acoplador *PowerPhase* de *Corinex* (figura 3.5.1.1) mejora grandemente el acoplado de la frecuencia baja y proporciona el acoplado independiente de la frecuencia. En 9 MHz la ganancia medida que usa el acoplador de *Corinex PowerPhase* es de 7.4dB, el aumento estimado en 30MHz es 30dB, reforzando así la calidad de la señal.



Figura 3.5.1.1. Acoplador Corinex (Vista Frontal y Lateral)

<http://www.corinex.com>

Hojas de Datos de equipos Corinex

3.5.2 Adaptador Ethernet

El *Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter* (figura 3.5.2.1) es el primero en su género que permite utilizar cables eléctricos para la transmisión de datos, video y voz (Triple play) con un ancho de banda de 200 Mbps. Posee un amplio ancho de banda que permite la transmisión de múltiples canales de video de alta calidad, como por ejemplo HDTV,

al mismo tiempo que ofrece conexiones de Internet de alta velocidad en una misma locación.

El Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter permite la creación de redes locales de alta velocidad sin necesidad de cableado. Gracias a que es posible conectarlo prácticamente a cualquier enchufe eléctrico en casas u oficinas, los costos de instalación son abaratados enormemente. Es independiente del sistema operativo y se puede utilizar con cualquier plataforma Microsoft Windows, Linux o Mac OS. Solo basta con instalar la tarjeta Ethernet apropiada al computador. Debido a su configuración basada en la Web, soporta cualquier navegador basado en JavaScript.



Figura 3.5.2.1. Adaptador Ethernet Corinex

<http://www.corinex.com>

Hojas de Datos de equipos Corinex

3.5.3 Filtro

La alimentación eléctrica de algunos artefactos electrodomésticos (especialmente éstos con un transformador o con una bobina) por ejemplo: los secadores de pelo, los aspiradores y las máquinas de afeitar eléctricas, generan normalmente ruido de alta frecuencia excesivo. Estas señales eléctricas indeseadas pueden pasar de las tomas de alimentación a la red a través de las líneas de energía. Las computadoras, los módems y especialmente las comunicaciones de *Powerline* conectados con estas mismas líneas de energía pueden afectarse con este ruido, los cuales pueden interrumpir las comunicaciones de *Powerline* o hacerlas totalmente ininteligible.

El nuevo filtro de *Powerline* de *Corinex* (figura 3.5.3.1) se ha diseñado cuidadosamente para eliminar y bloquear todas las señales ruidosas desde la entrada en el toma corriente. El filtro de *Powerline* de *Corinex* purifica la señal sin afectar la frecuencia o el nivel de la señal.

Una ventaja que se puede destacar de este equipo es que el filtro de *Corinex Powerline* no crea un retraso de la fase, los errores de amplitud, los cambios de corriente continua o distorsión de la onda. Elimina el ruido a 50/60 Hz y las corrientes armónicas sin alterar las características de la frecuencia de la señal de entrada, incluso cuando se solapan estas frecuencias con los componentes del ruido.



Figura 3.5.3.1 Señal de ingreso y salida del filtro

<http://www.corinex.com>

Hojas de Datos de equipos Corinex

Para tener un mejor control del ruido y de las interferencias, se deben tener en cuenta varios aspectos, tales como, aplicar medidas preventivas para la fuente de interferencia. Para lograr esto, la fuente de interferencia debe ser identificada. Un buen punto de partida sería primero comprobar los secadores de pelo, los aspiradores, las máquinas de afeitar eléctricas, las unidades de aire acondicionado, o cualquier dispositivo con un motor de alto rendimiento. Se aconseja instalar un filtro Powerline en cada uno de estos dispositivos, de una vez, hasta que se encuentra el dispositivo que elimina el ruido. El mantenimiento eléctrico regular de los equipos también ayudará a conservar los niveles de ruidos.

CAPITULO IV

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TECNOLOGIA PLC

4.1 Introducción

Este capítulo empezara describiendo algunas ventajas de banda ancha por la línea de energía para luego comparar PLC con otras tecnologías de acceso a internet y finalmente las desventajas del PLC.

4.2 Ventajas de PLC

La tecnología BPL ofrece la ventaja de que las líneas eléctricas fuera del hogar funcionen como un medio de transmisión de datos, cualquier operador de servicios puede utilizar la infraestructura existente. Se requieren amplificadores y equipos para puentear transformadores para convertir las líneas eléctricas en un medio físico para llevar datos. Dentro del hogar, cada sitio de la casa puede tener acceso a Internet porque los datos se transportan por el cableado eléctrico existente convirtiendo el cableado eléctrico existente en una estructura LAN (Local Area Networks).

Una ventaja es que al contratar el servicio de BPL (Broadband Power Communications) a una compañía eléctrica esta entidad envía el modem al cliente para que lo conecte en un tomacorriente dentro del hogar u oficina, así el cliente no espera al técnico del abastecedor de servicio para instalar el equipo ni tampoco el cliente tiene que modificar su cableado existente porque los tomacorrientes se encuentran en todos los compartimientos del hogar u oficina. Es necesario mencionar que la banda ancha por la línea de potencia a adelantado a la domótica inteligente porque nos permite controlar equipos eléctricos.

Otra gran ventaja de esta tecnología son los costos ya que la red eléctrica se encuentra instalada en regiones urbanas y rurales, PLC disminuiría costos de montar una nueva red para la transmisión de datos. Siendo PLC

una nueva fuente de ingresos para las operadoras eléctrica. Esta técnica de comunicaciones permite el acceso a internet ininterrumpidamente con una alta tasa de transferencia de datos brindando múltiples servicios así como el uso de la tecnología IP.

Por la arquitectura de la distribución de baja tensión el ancho de banda se puede compartir con los abonados que están conectados a un centro de transformación. Es decir que si en un modem cabecera de un centro de transformación se inyecta Internet a una velocidad de 45 Mbps y este centro de transformación da servicio a 150 abonados y de los 150 un 30% decide tener internet por *Power Line Communications* lo mínimo que le llegaría a cada abonado sería de 1 Mbps, aumentando así la velocidad si parte de los usuarios no están conectados, entre tanto ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) tiene una línea de comunicación independiente para cada abonado y las velocidades son las mismas que las de *Power Line Communications*, esto permite una ventaja de PLC en relación con ADSL o cable para ciertas interconexiones como las LAN (Local Area Network). También mencionamos la ventaja de la economía de instalación ya que esta tecnología no requiere obra civil en el hogar u oficina del usuario final. Es una técnica de fácil accesibilidad y multinodo porque cualquier enchufe eléctrico se convierte en un nodo de acceso.

4.3 Tecnología PLC con otras tecnologías de acceso a internet

4.3.1 PSTN: PSTN (*Public Switched Telephone Network*) tiene la tarifa de datos más limitada del mercado. Los módems V.92 diseñados para PSTN indican 56 Kbps para transferencias de datos pero su transferencia máxima está en un rango de 41 y 44 Kbps. Mientras que PLC tiene velocidades de transferencia que van de 500 Kbps a 3 Mbps, los costos se compensan según la velocidad de transferencia de datos siendo más costosos los servicios de PLC por tener mayor velocidad.

4.3.2 Cable Modem: Una limitación del cable modem es la de no tener ubicuidad en tanto las líneas de energía se encuentran en toda vivienda y

negocio. Aunque el cable modem esté disponible en el hogar u oficina hay que tener en cuenta la disposición de las tomas de cable ya que en comparación con las toma corriente se encuentran en cada habitación de la vivienda o negocio. También para acceder a la instalación del servicio de cable modem se requiere de la presencia de un técnico en tanto que las operadoras del servicio de PLC envían el modem al usuario para que sea el mismo usuario que lo instale.

Otra diferencia entre cable modem y BPL es la velocidad de datos soportada por cada tecnología. BPL comúnmente soporta velocidades entre 500 Kbps y 3 Mbps en comparación con muchos operadores de servicio de cable que ofrecen una velocidad de datos de 5 Mbps, pero cabe mencionar que BPL en un futuro proveerá velocidades de 2.5 Gbps. En cuanto a costos de las operadoras hacia los clientes del cable modem vs. PLC están parejos, su precio varía desde \$ 30 a \$150 mensuales según la velocidad de datos contratada.

4.3.3 DSL: Al comparar DSL con PLC debemos reconocer que PLC tiene más ubicuidad porque toda oficina y vivienda tiene servicio eléctrico. Las tomas de teléfono pueden no estar cerca de una computadora, un hogar posee más toma eléctricos que tomas para teléfono. El aprovisionamiento del servicio es igual para las dos tecnologías ya que las operadoras de servicio envían sus módems al cliente para que sea este el que lo instale. La velocidad de transferencia de datos disminuye cuando aumenta la distancia entre el local del cliente y la operadora de teléfono, los usuarios tienen una velocidad máxima promedio de 1 Mbps; así BPL o PLC brinda más velocidad (hasta 3 Mbps).

4.3.4 Wimax: Una ventaja de BPL sobre las redes Wimax es que BPL puede suplementar las redes Wimax. Esto se debe al desarrollo de las estaciones base de radio 802.16. Las líneas de energía alcanzan cualquier comunidad, sin importar su localización o tamaño. Wimax podría servir Internet a grupos de oficinas y viviendas y BPL conectaría las estaciones bases con las líneas eléctricas. En fin el uso de Wimax conectado al uso

de un sistema de alta velocidad de datos brindado por las líneas de medio y bajo voltaje reduciría costos de servicio especialmente en áreas rurales.

4.4 Desventajas

Entre las desventajas es que es una tecnología que se encuentra en desarrollo y por ello no tiene bien definido sus estándares relativos a bandas de frecuencias, potencias, límites de emisiones electromagnéticas, etc. La interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes es muy incierta por esto los equipos a utilizar en este proyecto deberán ser de un mismo fabricante.

4.5 Conclusiones

Necesitamos conocer que la gran ventaja de la comunicación por la línea de potencia es que la red física por donde viajan los datos conjuntamente con la señal eléctrica ya se encuentra tendida dentro y fuera de los inmuebles, siendo la tecnología de más ubicuidad porque puede llegar a casi todos los lugares y tiene una arquitectura multipunto es decir posee varios tomacorrientes como punto de acceso a la red de telecomunicaciones. Y la principal desventaja es que por ser una técnica de comunicaciones nueva no tiene definido totalmente sus estándares.

CAPITULO V

ANÁLISIS DE LA RED PARA PROVEER DE INTERNET A LA FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Para realizar el estudio de la red eléctrica existente en la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, se delimitó 2 áreas distinguiéndolas como: Área de Laboratorios y Área Administrativa.

Se tomaron en cuenta los siguientes aspectos para obtener los datos necesarios sobre el estado actual de la red eléctrica, tanto de los laboratorios como de las oficinas administrativas:

- Verificación de la cantidad, del estado y tipo de tomacorrientes.
- Verificación de la cantidad, del estado y tipo de interruptores.
- Verificación de la cantidad, del estado y tipo de lámparas.
- Verificación de la cantidad, del estado y tipo de cajetines de red.
- Verificación de la calidad de empalmes en indistintos puntos como muestreo.

Los puntos que se han tomado en cuenta para analizar el estado físico de la red, son necesarios para establecer los tipos y la cantidad de equipos PLC necesarios para brindar una excelente calidad de transmisión de datos en la nueva red “*Power Line*”, los cuales serán definidos en el Capítulo VI.

A continuación se presentan las tablas de elementos con sus respectivas cantidades y tipos, definidos cada una de ellos por áreas y departamentos individuales.

5.1 AREA DE LABORATORIOS

Tabla 5.1.1 LABORATORIO DE INFORMÁTICA

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	32	Dobles
Interruptores	2	Dobles
Lámparas	12	Dobles
Cajetines de Red	11	Dobles
	2	Individuales

Tabla 5.1.2 LABORATORIO DE ADQ. DATOS - MICROPROCESADORES

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	36	Dobles
Interruptores	1	Doble
Lámparas	8	Dobles
Cajetines de Red	1	Individual

Tabla 5.1.3 LABORATORIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	16	Dobles
Interruptores	1	Doble
Lámparas	8	Dobles
Cajetines de Red	0	

Tabla 5.1.4 LABORATORIO DE ANALOGICA Y DE POTENCIA

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	36	Dobles
Interruptores	1	Doble
Lámparas	8	Dobles
Cajetines de Red	1	Individual

Tabla 5.1.5 AULA 1

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	0	
Interruptores	1	Doble
Lámparas	8	Dobles
Cajetines de Red	1	Sin cajetín

Tabla 5.1.6 LABORATORIO DE AUTOMATAS PROGRAMABLES

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	30	Dobles
Interruptores	1	Doble
Lámparas	8	Dobles
Cajetines de Red	1	Individual

Tabla 5.1.7 LABORATORIO DE ROBOTICA - CONTROL

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	20	Dobles
Interruptores	1	Doble
Lámparas	8	Dobles
Cajetines de Red	10	Individuales

Tabla 5.1.8 LABORATORIO DE REDES

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	20	Dobles
Interruptores	1	Doble
Lámparas	8	Dobles
Cajetines de Red	10	Individuales

Tabla 5.1.9 ADMINISTRACIÓN

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	6	Dobles
Interruptores	2	Individuales
Lámparas	6	Dobles
Cajetines de Red	1	Individual

Tabla 5.1.10 BODEGA

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	4	Dobles
Interruptores	1	Individual
Lámparas	1	Doble
Cajetines de Red	0	

Tabla 5.1.11 DIRECCION DE ESCUELA

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	3	Dobles
Interruptores	1	Individual
Lámparas	2	Dobles
Cajetines de Red	2	Individuales

Tabla 5.1.12 PASILLO DE LOS LABORATORIOS

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	0	
Interruptores	1	Individual
Lámparas	5	Dobles
Cajetines de Red	0	

Al revisar el estado de la red eléctrica de los laboratorios, se constató que los elementos anteriormente descritos se encuentran en un estado aceptable, no siendo un inconveniente para el correcto funcionamiento de los equipos PLC.

En cuanto a los puntos de empalme entre los varios tramos del cableado eléctrico, se comprobó que no han sido realizados según la normativa estándar de instalaciones eléctricas, no obstante, la atenuación en la red que esto puede producir al momento de transmitir datos con los equipos PLC, se puede corregir eficientemente con los elementos apropiados.

El número de elementos que existe en cada uno de los laboratorios tampoco representan mayores inconvenientes para la transmisión de datos, ya que la atenuación y el ruido que se produce por la cantidad de lámparas y tomacorrientes no sobrepasan el límite de los parámetros mínimos necesarios para la implementación de los equipos PLC.

Por motivos de variación de voltajes en los bancos de pruebas del laboratorio de instalaciones eléctricas no se recomienda la instalación de puntos acceso a internet con los equipos PLC.

En forma general se recomienda que en todos los laboratorios y oficinas de esta área se dé un mantenimiento previo a la instalación de los equipos PLC, verificando que se encuentren selladas todas las uniones y cajas de revisión, ya que se observó que en la mayoría faltaban las tapas o no estaban adecuadamente cerradas.

En la parte exterior izquierda del edificio de los laboratorios, existe una caja de breakers que servirá para inyectar la señal de internet, tanto para los laboratorios como para las oficinas administrativas de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay.

5.2 ÁREA ADMINISTRATIVA

Tabla 5.2.1 DIRECCION DE ESCUELA

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	6	Dobles
Interruptores	1	Doble
Lámparas	6	Dobles
Cajetines de Red	5	Individuales

Tabla 5.2.2 SALA DE PROFESORES

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	4	Dobles
Interruptores	1	Individual
Lámparas	2	Dobles
Cajetines de Red	2	Individuales

Tabla 5.2.3 BODEGA

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	1	Doble
Interruptores	1	Individual
Lámparas	1	Doble
Cajetines de Red	0	

Tabla 5.2.4 SUBDECANATO

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	2	Dobles
Interruptores	1	Individual
Lámparas	3	Dobles
Cajetines de Red	2	Individuales

Tabla 5.2.5 PASILLO DE ENTRADA

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	2	Dobles
Interruptores	1	Individual
Lámparas	3	Dobles
Cajetines de Red	1	Doble

Tabla 5.2.6 PASILLO DECANATO

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	2	Dobles
Interruptores	1	Doble
Lámparas	3	Dobles
Cajetines de Red	0	

Tabla 5.2.7 SECRETARIA FACULTAD

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	1	Doble
Interruptores	1	Individual
Lámparas	2	Dobles
Cajetines de Red	1	Individual

Tabla 5.2.8 SECRETARIA

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	5	Dobles
Interruptores	1	Doble
Lámparas	4	Dobles
Cajetines de Red	3	Individuales

Tabla 5.2.9 DECANATO

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO
Tomacorrientes	3	Dobles
Interruptores	1	Individual
Lámparas	4	Dobles
Cajetines de Red	1	Individual

Una vez verificado el Área Administrativa se puede concluir que el estado de la red eléctrica en su totalidad, se encuentra en buenas condiciones, tanto los tomacorrientes como interruptores y lámparas. Sin embargo se recomienda que se instalen filtros (no son necesarios) para minimizar el ruido y la atenuación debido al número de elemento de la red eléctrica que existe en esta área y así garantizar una excelente calidad de transmisión de datos con los equipos PLC.

Con respecto a la red Ethernet como se mencionó anteriormente es de muy buena calidad y los cajetines existentes se encuentran colocados en puntos óptimos para la coexistencia de las dos tecnologías (Ethernet / PLC).

En el capítulo VI se diseñará correctamente la nueva red PLC, indicando los puntos en donde deberán colocarse los diferentes equipos para cada una de las áreas anteriormente mencionadas. De igual forma se indicarán los elementos que se necesitan para corregir los inconvenientes que se han encontrado al realizar el estudio de la red eléctrica en este capítulo.

CAPITULO VI

ESTUDIO DE LA APLICACION PRACTICA PARA PROVEER DE INTERNET MEDIANTE PLC A LOS LABORATORIOS Y OFICINAS ADMINISTRATIVAS DE LA FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Una vez realizado el estudio del estado actual de la red eléctrica de los laboratorios y oficinas administrativas de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, se cuenta con una idea más clara de los elementos que se necesitan para convertir dicha red eléctrica en una potencial red de datos, confiable y de muy buena calidad, utilizando la tecnología PLC.

A continuación se describirán cada una de las etapas con sus respectivos elementos y puntos de conexión. Para ello se considerarán las distancias entre cada punto de conexión, niveles probables de ruido y de atenuación de la red eléctrica, así como también se tomarán en cuenta los equipos que brinden la mejor alternativa dependiendo de las ventajas que estos ofrecen.

6.1 Inyección de la señal de internet a la red eléctrica: En esta primera etapa, se han considerado tres puntos potenciales para la inyección de la señal de internet:

- Una caja de breakers que comanda individualmente la red eléctrica de los laboratorios, ubicada dentro del área de los laboratorios al lado de la puerta principal del mismo.
- Una caja de breakers ubicada dentro del laboratorio de informática en la pared frontal junto al pizarrón que comanda la red eléctrica del área administrativa.

- Una caja de breakers principal que comanda la red eléctrica tanto del área de laboratorios como del área administrativa, ubicada fuera de la nave en la pared frontal del mismo.

De estos tres puntos potenciales que se han considerado para inyectar la señal de internet a la red eléctrica, el más conveniente es la caja de breakers principal, ya que es de fácil acceso y solo se necesitaría de una conexión de fibra óptica, la misma que actualmente se encuentra ubicada en la planta baja del edificio de la Facultad de Ciencia y Tecnología.

Al tratarse de una red de bajo voltaje (LV) y teniendo un punto de acceso de fibra óptica, se recomienda utilizar un equipo cabecera (head-end) que disponga de una entrada para fibra óptica, por ejemplo, el *Corinex LV Gateway* que además de contar con dicha entrada, integra una salida coaxial para futuras ampliaciones o un posible punto de acceso Wi-Fi, o el TE (Transformer Equipment) de Ileo que dispone de varios puertos en los que incluye un puerto para *Gigabit Ethernet Port*.

La salida *Poweline* de este equipo, se conectará después de cada uno de los breakers que distribuirán la señal PLC hacia los laboratorios y el área administrativa. Esta recomendación se hace para proteger a éste equipo de interferencias propias de la red, sobrecargas y para tener un control apropiado de la distribución de la señal, según lo especifican los distintos fabricantes.

Para garantizar la estabilidad, calidad y fiabilidad de transmisión de la señal, se aconseja instalar un acoplador de fase, ya que los laboratorios cuentan con una red eléctrica trifásica. La empresa *Corinex* ofrece el acoplador *PowerPhase* que es una muy buena alternativa para ésta tarea.

La conexión de éste dispositivo debe realizarse a continuación del punto de inyección de la señal.

6.2 Distribución de la señal para el área de laboratorios: Para la etapa de distribución de la señal hacia los laboratorios, se ha tomado en cuenta la distancia que existe entre el equipo cabecera y los puntos potenciales

de acceso, así como también los posibles niveles de ruido y atenuación que pueden tener cada uno de los laboratorios, esto se debe al uso que se da a cada uno de ellos. Por tales razones y por contar con bancos que disponen de variadores de voltaje y de corriente, no se recomienda instalar puntos de acceso en el laboratorio de instalaciones eléctricas, ya que se necesitarían de filtros para cada uno de los tomacorrientes existentes en los bancos, representando así un innecesario y elevado incremento en el costo de implementación.

Para que la señal no se vea afectada por el uso de este laboratorio, es necesario instalar un filtro PLC en la caja de breakers del mismo, colocándolo antes de dichos dispositivos.

Los diferentes puntos de acceso que se puedan tener en los laboratorios, dependerán del uso que se quieran dar a los mismos o donde sea necesario tener acceso a internet, siendo decisión del usuario final en donde se coloquen los equipos. Esto no representa ninguna dificultad al momento del montaje de los equipos, ya que cada uno de los tomacorrientes sirven como puntos de acceso.

Según la distribución actual de la red Ethernet existente en el área de laboratorios, se podrían colocar equipos de acceso en la oficina administrativa y en la dirección de escuela como puntos permanentes de acceso a internet. Se podrían tener dos o tres equipos adicionales en stock para cuando se requiera el acceso a internet en algún otro laboratorio. Una muy buena alternativa sería el *MDU Gateway* de Corinex que soporta varios protocolos y sistemas operativos, además de su excelente velocidad de transmisión que alcanza los 200 Mbps.

En el laboratorio de redes se podría utilizar el *Powerline Ethernet Adapter* que ofrece Corinex y así permitir que coexistan las dos tecnologías (PLC – Ethernet), aprovechando que ya se dispone de las conexiones en dicho laboratorio.

Para los laboratorios de: Informática, Adquisición de Datos - Microprocesadores, Redes, Robótica - Control y Autómatas

Programables, se recomienda instalar un filtro PLC en cada una de las cajas de breakers antes de dichos dispositivos, para corregir el ruido e interferencias que puedan causar el número de computadoras con el que cuenta cada uno de los laboratorios anteriormente mencionados.

Para finalizar con esta segunda etapa, se recomienda instalar un repetidor en la parte superior de la oficina administrativa, debido a que la distancia con la que trabajan los equipos PLC es de 200 m, pero como existe atenuación en la red eléctrica del área de laboratorios, se necesitará amplificar la señal para garantizar la mejor transmisión de datos posible, pudiendo utilizar el mismo equipo cabecera (head-end) de corinex, ya que éste equipo también ofrece la posibilidad de actuar como un repetidor, o propiamente el repetidor residencial de ILEVO.

6.3 Distribución de la señal para el área administrativa: En esta última etapa de la red PLC para el área de laboratorios y oficinas administrativas de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, se pueden considerar dos alternativas para la implementación de los equipos *Powerline* y la coexistencia con la red Ethernet actual.

La primera alternativa es colocar un repetidor PLC (especificado anteriormente) junto al router Ethernet existente en la secretaría, para así garantizar la máxima amplitud de la señal PLC antes de acoplarla con la red Ethernet. Luego del repetidor será necesario instalar un adaptador Ethernet PLC para transformar la señal *Powerline* y a continuación conectarla con el router Ethernet.

De este modo se puede masificar la señal utilizando el nuevo punto de acceso PLC y toda la infraestructura Ethernet existente, llegando a todos los puntos de acceso con tomas RJ-45 que ya se encuentran disponibles en cada una de las oficinas del área administrativa, representando así un bajo costo en la implementación de la nueva red de datos PLC y obteniendo un mayor provecho de la red Ethernet.

Para corregir el problema del ruido es necesario colocar dos filtros PLC (sugeridos anteriormente) en la Secretaría de Facultad y en la oficina de

la Dirección de Escuela, debido al número de computadoras, lámparas y demás equipos que se encuentran en funcionamiento en dichos sectores. Este fenómeno no representa inconvenientes para la eficiente transmisión de datos PLC, más bien se trata de garantizar el correcto funcionamiento de la posible nueva red híbrida PLC - Ethernet.

El inconveniente de la atenuación propia de la red eléctrica en este caso puede ser despreciado, gracias al repetidor que regenera la señal al 100 % de su capacidad y que a partir de este punto se utilizaría la red Ethernet existente, por lo tanto no es necesario colocar ninguna otra clase de equipo PLC. Es cierto también que de esta forma no se utilizaría el potencial completo de la red PLC ya que se estaría sujeto a la velocidad y calidad de la red Ethernet.

La segunda alternativa que se propone, es instalar el repetidor en el mismo punto sugerido anteriormente, y a continuación, directamente colocar un router PLC para incrementar la velocidad de transmisión que se ve afectada en la propuesta anterior al utilizar la red Ethernet existente que como se conoce, trabaja a un máximo de 100 Mbps en el mejor de los casos.

Los puntos de acceso de la red PLC podrían ser los mismos conectores RJ-45 existentes, para evitar reubicaciones de los puestos de trabajo actuales.

Para garantizar una eficiencia de la red PLC superior al 95%, es necesario colocar un MDU (Multiple Dwelling Units ó también conocidos como modem PLC), para cada puesto de trabajo, esto representa un costo mayor a las propuestas anteriormente descritas, pero se obtiene un beneficio de casi el 100% en comparación con la red Ethernet existente en la actualidad, ya que se trata de los 100 Mbps de Ethernet vs los 200 Mbps que ofrece la tecnología PLC.

Al igual que en la propuesta anterior, la atenuación producida en la red eléctrica puede ser despreciable, ya que las distancias entre los distintos

puntos de acceso PLC, no sobrepasan los 200 m que se garantiza con el repetidor sugerido.

Con respecto al ruido, de la misma forma, se recomienda instalar los dos filtros PLC propuestos anteriormente para la Secretaría de Facultad y la oficina de Dirección de Escuela, ya que las condiciones en la red eléctrica no cambian, ya sea al utilizar los equipos para una red híbrida PLC – Ethernet o para una red que utilice netamente equipos PLC.

En el Anexo C se encuentran los planos correspondientes a las plantas y perspectivas en tercera dimensión de los laboratorios de electrónica y oficinas administrativas de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, en donde se detalla la ubicación y los elementos correspondientes a cada una de las áreas en donde se ha propuesto la implementación de la posible nueva red PLC. Se incluye también la simbología correspondiente que describe a cada uno de los equipos que intervienen en dicha red.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la realización de éste trabajo monográfico, se han podido ampliar los conocimientos sobre la tecnología *Power Line Communications* (PLC), permitiendo tener una mejor perspectiva y un mayor conocimiento sobre la forma en la que se transmiten los datos por la red eléctrica; los fabricantes más reconocidos en el mercado; los diferentes equipos que se utilizan para diseñar distintos tipos de redes PLC, tales como: redes para hogares, oficinas y empresas con las mayores exigencias en cuanto a eficiencia, fiabilidad y costos de implementación.

Al optimizar el uso de la red eléctrica de un emplazamiento para la transmisión de datos con la tecnología PLC, se lograría reducir considerablemente los costos de implementación con respecto a cualquier otra tecnología existente hoy en día, así como también se permitiría unificar varios servicios en una misma red de datos, tales como: voz, video y datos, con una velocidad de transmisión de más de 200 Mbps a distancias superiores a los 200 m para equipos de uso indoor (interiores), ya que los equipos que se emplean en la etapa outdoor (exteriores) alcanzan hoy en día los 2 Km sin necesidad de elementos intermedios.

Gracias a las ventajas que ofrece la tecnología *Power Line Communicatios*, la red eléctrica se puede convertir en un medio óptimo para la transmisión de televisión de digital HDTV, que necesita de altas velocidades de transmisión para su funcionamiento, servicio que otras tecnologías no pueden ofrecer por sus limitaciones en cuanto a las velocidades de transmisión de datos (ADSL) o sus elevados costos de implementación (Fibra Óptica) hasta llegar al usuario final.

El desarrollo de esta tecnología sigue en crecimiento y los fabricantes de equipos PLC, continúan innovando y mejorando las prestaciones de cada elemento que puede requerir hasta el usuario más exigente.

Al realizar el estudio de la red eléctrica de los laboratorios y oficinas administrativas de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, se pudieron obtener los datos necesarios para conocer el estado actual de dicha red, con lo cual, se ha logrado realizar varias propuestas para la implementación de una nueva red de datos PLC con servicio de internet para los sectores anteriormente mencionados, optimizando costos de implementación con el mínimo número de equipos necesarios para garantizar un excelente y eficiente servicio, acoplando a su vez a la red PLC la red Ethernet existente, tanto para el área de laboratorios como para el área administrativa que cuentan con dicha tecnología.

Se recomienda dar un mantenimiento previo a la red eléctrica sobre todo en el área de los laboratorios, ya que es en donde se encontraron un mayor número de inconvenientes para el óptimo funcionamiento de la nueva red PLC que se ha propuesto, debido a los diferentes usos que se dan a cada uno de los laboratorios, tomando en cuenta los empalmes, acoples y cajas de revisión que no han sido realizados de acuerdo a un estándar básico de instalaciones eléctricas.

Para futuras ampliaciones de la facultad, se recomienda tener un mayor cuidado con las instalaciones eléctricas, ya que pueden convertirse en un futuro, en una de las redes con mayor calidad y prestaciones de servicios de telecomunicaciones, a la altura del prestigio con el que cuenta la Universidad del Azuay.

La nueva red PLC que se ha propuesto en este trabajo monográfico, está dimensionada de tal manera que, se puedan realizar las ampliaciones necesarias según la demanda que se requiera en un futuro, a bajos costos y con una calidad que puede competir con las mejores tecnologías que se ofrecen en el mercado. No obstante, pueden cambiar los elementos que intervienen en la red PLC, debido al uso que se quiera dar a los emplazamientos en donde se desee o necesite el acceso a los diferentes servicios que nos ofrece *Power Line Communications*.

Glosario

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AMR	Medición automática en tiempo real
ASK	Amplitude Shift Keying
Backbone	Red de transporte que conecta varios nodos de diferentes proveedores de red
BPL	Broadband Power Communications
BPSK	Quadrature Phase Shift Keying
CATV	Cable Television / Community Antenna Television
CDP	Communication Distribution Port
CU	Unidad de acondicionamiento
DFT	Transformada discreta de Fourier
DSL	Digital Subscriber Line
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
Ethernet	Tecnología para implementación de LANs
FDM	Frequency Division Multiplexing
FSK	Frequency Shift Keying
HDTV	Television digital
HF	High Frequency
HFCPN	High Frequency Conditioned Power Network
HomePlug	PLC en el hogar

HomePNA	Datos sobre teléfonos alambricos en casa
Indoor	Red interior
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Networks
MAC	Media Access Control
MDV	Multiple Dwelling Units
NP	Network Port
OFDM	División ortogonal y multiplexación de frecuencia
Outdoor	Red exterior
PLC	Power Line Communications
PSK	Modulación de fase
PSTN	Public Switched Telephone Network
QAM	Modulación de amplitud en cuadratura
QoS	Quality of Service
RF	Radio Frecuencia
SDH/Sonet	Synchronous Digital Hierarchy
SNMP	Protocolo de administración simple de red
Triple Play	Transmisión de datos, video y voz
UPA	Universal Powerline Association
USB	Universal Serie Bus
VLANs	LANs virtuales

VoIP

Voz sobre IP

Wireless LAN

LAN inalámbrica

Bibliografía

Referencias Bibliográficas

Bahai. Ahmad, Saltzberg. Burton, Ergen Mustafa. Multi-carrier Digital Communications: Theory And Applications Of OFDM (Hardcover). 2001. 347. Primera Edición

DIEULEVEULT. ELECTRÓNICA APLICADA A LAS ALTAS FRECUENCIAS. Francia. Paraninfo. 1999. 479. Edición Francesa.

HELD. Gilbert. Understanding Broadband over Power Line. Estados Unidos de América. Auerbach Publications. 2006. 182.

HRASNICA. Halid, HAIDINE. Abdelfatteh, LEHNERT. Ralf. BROADBAND POWERLINE COMMUNICATIONS. NETWORK DESIGN. Alemania. WILEY. 2004. 275.

HUIDOBRO. José, MILLÁN. Ramón. DOMÓTICA. Edificios Inteligentes. México. LIMUSA NORIEGA EDITORES. 2006. 359. Primera Edición.

IVENS. Kathy. Internet en casa. EE.UU. Mc Graw Hill. 2004. 279. Segunda Edición.

KLAUS. Dostert, FRANZIS. Verlag. Powerline Communications. Prentice Hall. 2001. 338. Primera Edición.

LITTLE. Arthur. White Paper on Power Line Communications (PLC) 2004. España. PLC Utilities Alliance. 2004. 78.

MARTÍN. Ricardo, COLMENAR. Antonio, BRAOJOS. Francisco. GUIA PRACTICA DE ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA II. INSTALACIONES ELECTRICAS. España. CULTURAL, S.A. 2003. 173.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Broadband: Bringing Home The Bits. National Academy Press. 2002. 320. Cuarta Edición.

Referencias Electrónicas

Hojas de datos de equipos PLC. <http://www.corinex.com>

Hojas de datos y precios de quipos PLC. <http://www.devollo.es>

Introducción y ventajas de la tecnología PLC. <http://www.ekoplc.net>

Lista de precios de equipos PLC. <http://www.netgear.es>

Lista de precios de equipos PLC. <http://www.satconxion.es>

ANEXO A

HOJAS DE DATOS DE EQUIPOS PLC

En este anexo se incluyen las hojas de datos de varios equipos *Power Line Communicatios*, que se utilizan para el montaje de una red PLC y que han sido tomados en cuenta para el diseño de la posible nueva red PLC para los laboratorios de electrónica y las oficinas administrativas de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay.

Las hojas de datos de los equipos que aquí se describen, se han escogido por la variedad, fiabilidad, flexibilidad y garantía que sus fabricantes ofrecen a sus clientes, tanto para empresas como para usuarios finales o de mediana escala.

Los equipos van desde un simple modem de uso terminal, pasando por todos los accesorios que componen la red propuesta en los capítulos anteriores, tales como: filtros, acopladores, etc. hasta llegar al equipo repetidor que tiene su conexión final con el equipo cabecera (Head–End).



AnyWire Connectivity™

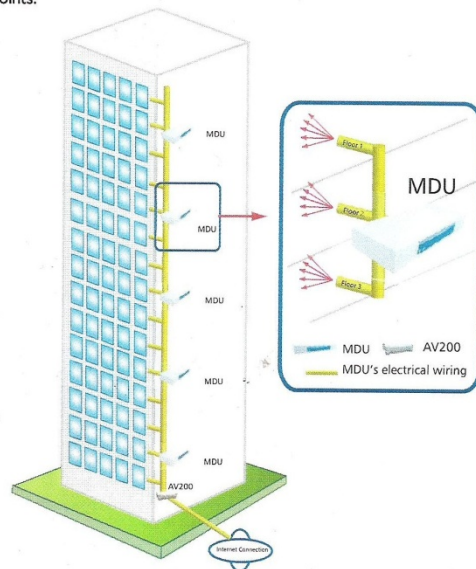
Corinex AV200 MDU Gateway



The only 200 Mbps Powerline and Coax Solution for MDU's

Introducing the most powerful solution for delivering broadband access to every room in a Multi Dwelling Unit (MDU), the Corinex AV200 MDU Gateway. The 200 Mbps MDU Gateway allows distribution of broadband signals over existing electrical wiring or coax cabling within hotels, apartment buildings, hospitals, schools, and all other MDUs, every electrical or coax outlet in the MDU becomes a high-bandwidth connection. Corinex's AV200 powerline technology, based on the pre-UPA standard achieves data rates of up to 200 Mbps and propagates signals throughout an entire MDU, all without the need for pulling new wiring. Deployment of the Gateway is simple and fast, allowing Installers, System Integrators, and End Customers to deploy Internet Access, VoIP, and even Streaming Video in every room in an MDU in a few short days.

Built on the Corinex AV200 technology, the MDU Gateway can communicate with other Corinex AV200 devices such as the successful Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter, Corinex AV200 Powerline Router, and the Corinex AV200 CableLAN adapter. Deploying an AV200 powerline network in an MDU is simple – simply connect a single head-end AV200 modem to inject an MDU's Internet signal onto the powerlines or coax cables, connect one MDU Gateway every few floors, connect an AV200 modem in each room requiring broadband access – and you are done! The MDU Gateway is able to process signals so that even the most distant electrical or coax outlets will be able to serve as broadband connection access points.



Features

- Repeating: Extends the range of a network
- Segmentation: Allows an unlimited number of users
- Modularity: Optimizes performance while minimizing costs
- Management: Configures and Controls devices on the network

Technical description

Repeating

The MDU Gateway supports two different types of repeating depending on the customers needs, time division and frequency division. Time division repeating divides time into timeslots – in each timeslot the repeater either receives the data, or repeats them further to the network. Time Division repeating cannot send and receive data at the same time, however, if latency is a critical parameter (such as for video streaming), frequency division repeating can be used. Frequency division repeating allows one module within the gateway to receive data while a second module repeats the data. Each module operates in a different non-overlapping frequency band. Frequency Division repeating allows repeating of data with non-measurable latency.

Segmentation

A standard AV200 powerline or coax network is limited to 32 AV200 Powerline or CableLAN modems, in order to maintain peak performance. This maximum user limitation can be a problem in larger buildings, such as hotels, where up to 100 users or more may need to have internet access at the same time. The Corinex MDU Gateway's proprietary patent pending algorithms remove the maximum user limitation and allow an installer to use a virtually unlimited number of nodes in the powerline or coax network. Each MDU Gateway can act as a master modem for a powerline or coax network segment with 32 AV200 Powerline Ethernet or CableLAN Adapter nodes.

Modularity

Modularity is a critical advantage for installers using Corinex's unique AV200 MDU technology. A maximum of three AV200 powerline modules can be included in the gateway, allowing installers to optimize the cost and performance of AV200 powerline or coax networks in an MDU.

For simple gateways using time-division multiplexing for simply repeating the signal, only one powerline module is required. A more advanced device with two powerline modules can serve as a time-division repeater and a network segment master device simultaneously. Segments may be cascaded in order to allow as many users (or rooms) required for the installation. All three variants of the Corinex AV200 MDU Gateway can be combined in a network in order to minimize latency in the network. At the same time the three module gateway acts as a master device for a network segment. All three variants of the Corinex AV200 MDU Gateway can be combined in a network in order to create the highest performance, lowest cost powerline or coax network available for MDU's.

Video, Voice and Broadband Connectivity Solutions



AnyWire Connectivity™

Management

The Corinex AV200 MDU Gateway and all other AV200 powerline or CableLAN products from Corinex can be easily configured using the Corinex AV200 Network Management software using SNMP. From monitoring and configuration to remotely accessing and controlling devices, Corinex's powerful GUI based management software gives network managers control of the network from any web enabled PC.

Technical Specifications

Hardware

Standards compliance	pre-UPA standard IEEE 802.3, IEEE 802.3u FCC and UL (US), CE (Europe)
Data rate	Powerline: up to 200 Mbps on physical layer Ethernet: 10/100 Mbps
Cabling Type	1 Ethernet cable AC power cord
LED Status Lights	POWER PLC I, Ethernet I, PIC2, Ethernet2, PLC3, Ethernet3 Switch 1, Switch2, Switch 3
Interfaces	1-3 x Powerline port 1x Ethernet/ Debug / Configuration AC power connector for both Powerline networking and power supply
Electrical Parameters	Input Voltage: AC 100V~240V Line Frequency: 60/50Hz (USA/Europe)

Software

Supported OS (Setup Tool)	Windows 98, ME, 2000, XP Linux Mac OS X
Management	AV200 Network management software

Product Specifications

Product Code: CXP-MDU-GWY

Please refer to the Price List for the exact product code specification for your region.

Product Package Contents

- Corinex AV200 MDU Gateway
- CD with documentation
- Quick Start Guide
- Corinex Mode Filters



MDU Gateway Accessories

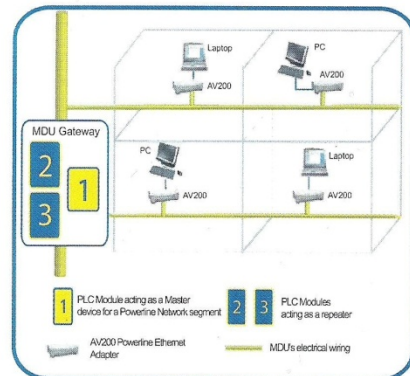
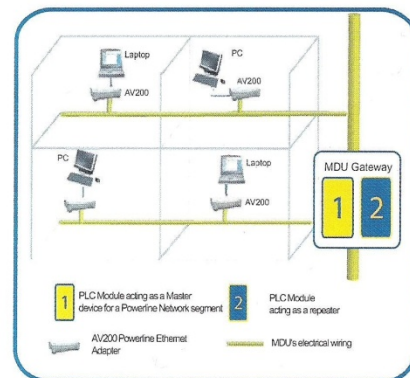
Corinex Mode Filters:

- Mode 1 filter: lowpass filter, cutoff frequency 13 MHz, input - output impedance 75 Ohm
- Mode 2 filter: bandpass filter, cutoff frequencies 13.5 MHz, 23.5 MHz, input - output impedance 75 Ohm
- Mode 3 filter: highpass filter, cutoff frequency 24 MHz, input - output impedance 75 Ohm

Related products

The Corinex family of 200 Mbps AV products consists of:

- Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter
- Corinex AV200 CableLAN Adapter
- Corinex AV200 Powerline Router



Products features and design may vary by version and region.



Corinex is a registered trademark of Corinex Communications Corp.

The content of this document is furnished for informational use only, it is subject to change without notice, and it does not represent a commitment on the part of Corinex Communications Corp.

Corinex Communications Corp.
#601 - 905 West Pender Street
Vancouver, BC
Canada V6C 1L6
Tel: +1 - 604 - 692 0520
Fax: +1 - 604 - 694 0061
<http://www.corinex.com>

Corinex Communications a.s
Ambrova 6
83101 Bratislava 37
Slovak Republic
Tel: +421 2 5921 2000
Fax: +421 2 5921 2222
<http://www.corinex.eu>

2007-10-12 ver.1.2

Video, Voice and Broadband Connectivity Solutions



AnyWire Connectivity™

Corinex Low Voltage Access Gateway

The Corinex Low Voltage Access Gateway is the latest development in 200Mbps AV200 technology from Corinex. The LV Gateway allows an easy installation to neighborhoods or Multi Dwelling Units (MDUs) where the LV Gateway acts as a head-end modem, extending an internet connection (Fiber, ADSL, Satellite) either to a powerline or coaxial cable infrastructure, depending on the customers requirements.

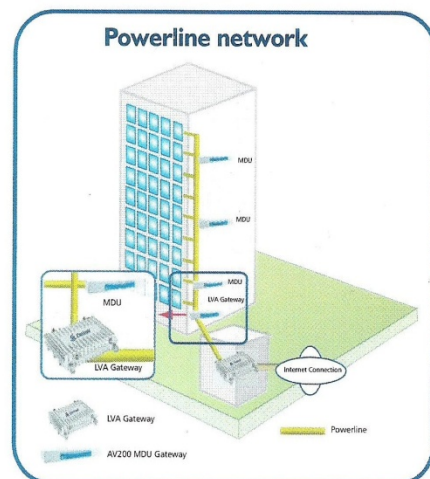
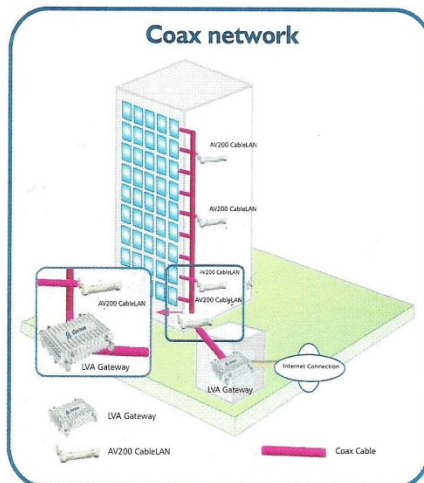
The Corinex LV Access Gateway allows users to extend an internet connection to a powerline or cable network within an MDU, without the need for installing new wiring. End users can connect their Ethernet enabled devices such as PC's, VoIP phones, Media Centers, etc., using the Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter or Corinex AV200 CableLAN Adapter, to any electrical or coaxial socket in a premise to create a link to the internet.

By combining the Corinex LV Access Gateway with the Corinex MDU Gateway, MDU's can avoid the problem of excessive delays associated with traditional Time Division Repeaters being used for multiple MDU's within the same community. Corinex's powerful patent pending technology ensures that each LV Access Gateway communicates only with each head-end MDU Gateway, not with the hundreds or thousands of end users that other LV Access products must share time slots between. The net effect is a network topology that delivers maximum performance and has virtually unlimited scalability.



AV200 Powerline technology by Corinex provides numerous networking possibilities with amazingly fast physical layer transfer rates of up to 200 Mbps. OFDM technology and the powerful error correction system used in AV200 technology allow for robust performance under harsh conditions in electrical or coaxial networks. Combined with other Corinex Access and In-Premise products such as the Corinex Medium Voltage Access Gateway, Corinex AV200 Router, Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter, and Corinex AV200 CableLAN Adapter, the Corinex Low Voltage Access Gateway rounds out the largest 200 Mbps Powerline product portfolio in the world.

The Corinex Low Voltage Access Gateway also supports external low voltage couplers that can be used to inject an internet signal into different phases within the MDU or to couple into other voltages such as the 480v power found in many MDU's.



Video, Voice and Broadband Connectivity Solutions



Features:

- Physical data rates of up to 200 Mbps over distances of 300 meters (powerline) or 1200 meters (coax).
- Powerline and coaxial network interface ports allowing an internet connection to be extended over electrical wiring or existing cable infrastructure.
- 802.1Q VLAN & Optimized VLANs
- Powerful DES/3DES encryption
- Integrated 802.1D Ethernet Bridge With Optimized Spanning Tree Protocol
- 8-level priority queues, with programmable priority-classification Engine
- Priority classification according to 802.1P tags, IP coding (IPv4 or IPv6) or TCP source/destination ports
- 10/100BaseT Fast Ethernet interface for connection to the Internet Gateway
- CSMA/CARP (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance and Resolution using Priorities) protocol
- Bridge Forwarding Table for 64 MAC Addresses
- OFDM technology and powerful error correction system allow robust performance under harsh conditions in the electrical/cable network
- Optimized support for broadcast and multicast traffic
- Optional external coupling on coaxial port
- Configuration via web interface or via Corinex AV200 Network Management software

Standards

- 802.3u
- 802.1P
- 802.1Q
- Compliant with FCC Part 15, EN 55022 EMC limits
- UPA-compliant

Package Contents

- Corinex Low Voltage Access Gateway
- Power cable
- Coax cable
- Installation Guide and CD with documentation

Product Specification

Product code: CXP-LVA-GWY

Technical Specifications

Standards Compliance	IEEE 802.3u Pre-UPA compliant
Backbone Speed	Up to 200 Mbps on physical layer 100 Mbps on ethernet
AC Plug Type	US, EU, UK and AUS
LED Status Lights	Power, PLC Link/Act, Eth Link/Act
Interface	10/100BaseT Fast Ethernet, Powerline Port, Coaxial Port
Frequency Range	2 – 34 MHz
Power Input	85 to 265 V AC, 50/60 Hz
Weight	7 kg
Dimensions	230 x 185 x 80 mm
Transmitted Power spectral density	-50 dBm/Hz
Power Consumption	7 W
Safety & EMI	FCC Part 15, EN 55022 EMC limits
Operating Temperature	0° to 50°C (32°F to 122°F)
Operating Humidity	10% to 80% non-condensing

Product features and design may vary by version and region.



Corinex Communications Corp.
#601 - 905 West Pender Street
Vancouver, BC
V6C 1L6, Canada
Tel.: +1 604 692 0520
Fax: +1 604 694 0061
<http://www.corinex.com>

Corinex Communications a.s
Ambrova 6
83101 Bratislava 37
Slovak Republic
Tel: +421 2 5921 2000
Fax: +421 2 5921 2222
<http://www.corinex.eu>

Corinex is a registered trademark of Corinex Communications Corp.

2007-10-12 ver.1

The content of this document is furnished for informational use only, it is subject to change without notice, and it does not represent a commitment on the part of Corinex Communications Corp.

Video, Voice and Broadband Connectivity Solutions



AnyWire Connectivity™

Corinex Medium Voltage Access Gateways

The Corinex Medium Voltage Access Gateway product family turns a Utility power grid into a broadband communications backbone for Smart Grid applications and/or Broadband Access. Each MV Gateway contains three 200Mbps Broadband over Powerline (BPL) modules which allow communications over MV lines (in the efficient FDD mode) and simultaneous injection into LV lines (bypassing the transformer).

A Corinex MV Gateway can act as a Head End or a Repeating device, with distances of up to 2 km (1.25 miles) between devices. In Smart Grid applications, Corinex technology even allows you to skip transformers, thus using less devices and improving ROI.

Corinex's patent-pending "Noise Resistant" technology in the MV Gateway – NR product delivers the industries best performance (bandwidth and distance) under heavy noisy conditions in urban areas.

Each MV Gateway comes standard with an integrated Ethernet port to allow for connectivity to other devices. Automated internal frequency filters are optional in the units and allow MV Gateway networks to automatically configure their frequency bands, ensuring complete network scalability. A 2 hour battery backup is optional to ensure the BPL network is operational during outages. Each device is also fully compatible with Corinex end points including Corinex's AV200 series of CPE equipment and Corinex Powergate meters (BPL-enables meter).

Corinex MV Gateways, leading the industry in features, price and performance!

Applications

Consumer Services

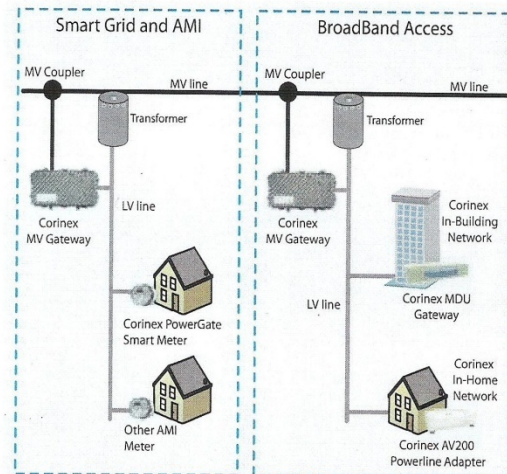
- Broadband Internet Access, VoIP, Video Streaming, Gaming

Utility Services

- Automatic Meter Reading
- Distribution Automation
- High-Impedance Fault / Downed Conductor Detection
- Transformer Evaluation and Monitoring
- SCADA
- Power Quality Monitoring
- Remote Control Load Balancing to maximize efficiency
- Advanced Network Management with GIS and Mapping
- Surveillance



Features	MV Gateway	MV Gateway Noise Resistant
Transmission Line	1	2
#MV Couplers Required	1	2
Signal Propagation	Good	Better
Noise Resistance	Good	Better
Internal RF Filters	Optional	Yes
Auto Select Filters	Optional	Yes
Standard Frequency Filters	Yes	Yes
FCC/Aeronautical optimized Frequency Filters	Optional	Yes
Remote LV Coupling Select	No	Yes
2 Hours Battery Backup w/ Health Indicator	Optional	Yes



Video, Voice and Broadband Connectivity Solutions



Technical Specifications

Standards	IEEE 802.3u, 802.1p, 802.1Q, 802.1Q OPERA, FCC Part 15G
EMC	EN 55022 Class B, EN 55024, EN 50412
Electrical Safety	EN 60950-1:2001 IEC 60950-1:2001
Backbone Speed	Up to 200 Mbps (TDD) Up to 85 Mbps (FDD)
MV/LV Powerline Type	Overhead Underground
Interface	MV: F-Type Coax Connector (TNC) LV: Custom Interface RJ45 10/100 BASE-T RS485 serial port
Frequency Range	2 – 34 MHz
Power Input	85 to 265 V AC, 50/60 Hz
Weight	7 kg
Dimensions	400mm L x 230mm W x 170mm H
Transmitted Power spectral density	-50 dBm/Hz
Power Consumption	35 W
Operating Temperature	-20° to 50°C (-4°F to 122°F)
Operating Humidity	5% to 95% non-condensing
Management	MIB SNMP
Modulation	OFDM with 1536 carriers uplink/ downlink, symmetrical, up to 10 bits per symbol adaptive per carrier.
Supported MAC addresses	2048
Environmental Class	IP68

Features

- All-in-one unit for both MV repeating and LV coupling with molex and coaxial interfaces
- 200 Mbps backbone data rate with distances of up to 2 kilometers
- Superior security with powerful DES/3DES encryption
- Remote management capabilities with SNMP protocol support
- Bridging Support for up to 2048 MAC addresses
- 802.1Q VLAN & Optimized VLANs
- OFDM technology and powerful error-correction system allow robust performance under harsh conditions on the MV/LV power lines
- Integrated 802.1D Ethernet Bridge With Optimized Spanning-Tree Protocol
- 8-level priority queues, with programmable priority-classification engine
- Priority classification according to 802.1P tags, IP coding (IPv4 or IPv6) or TCP source/destination ports
- MAC filtering - can discard ethernet frames if they come from a source MAC address which is not present in a list of allowed MAC addresses
- Configurable frequency notching of frequency bands, including Amateur Radio and Restricted Frequency Bands (FCC Bands)

Accessories (optional)

- Overhead Capacitive Couplers
- Underground Inductive Couplers

Product Code

CXP-MVA-GWY	Standard Version - Requires external filters (2 external filters included)
CXP-MVA-GNR-A1	Noise Resistant Gateway with built-in auto-select filters - Requires
CXP-MVA-GNR-A1-B	Noise Resistant Gateway with built-in auto-select filter and battery
CXP-MVA-GNR-A2	Noise Resistant Gateway with built-in FCC auto-select filters
CXP-MVA-GNR-A2-B	Noise Resistance Gateway with built-in FCC auto-select filters and battery

Product features and design may vary by version and region.



Corinex is a registered trademark of Corinex Communications Corp.

The content of this document is furnished for informational use only, it is subject to change without notice, and it does not represent a commitment on the part of Corinex Communications Corp.

Corinex Communications Corp.
601 - 905 West Pender Street
Vancouver, BC
V6C 1L6, Canada
Tel.: +1 604 692 0520
Fax: +1 604 694 0061
<http://www.corinex.com>

Corinex Communications a.s
Ambrova 6
83101 Bratislava 37
Slovak Republic
Tel: +421 2 5921 2000
Fax: +421 2 5921 2222
<http://www.corinex.eu>

2007-10-31

Video, Voice and Broadband Connectivity Solutions



Corinex Phase Couplers

In a number of countries the electrical service is provided into homes with two feeds of opposing phases. These two phases are distributed throughout the home to each electrical outlet. For electrical distribution, this dual phase design is seamless - an electrical device works just as well on Phase 1 or Phase 2. However, for the distribution of ethernet over Powerline, these two phases can cause some difficulties in getting a full Powerline signal and the maximum bandwidth to all outlets. A Powerline signal that is injected onto one phase of a dual phase home will have difficulty transmitting to a Powerline adapter connected to the second phase.

The solution to this problem is to "couple" the two phases to ensure that the full Powerline signal is available on all electrical outlets in the home - regardless of whether they are Phase 1 or Phase 2. There are several ways of coupling the phases and Corinex provides simple, consumer friendly solutions to do so. Although the signal from Corinex AV200 units is from 2 MHz to 34 MHz, Corinex also couples signals in the 100 KHz to 200 KHz range to allow for "narrowband" Powerline signals that are sometimes used to control powered devices throughout the home.

Several electrical outlets in the home can provide an opportunity to couple the two phases and the Corinex phase couplers are designed to take advantage of this. In some regions, the two phases are combined on one outlet in the Kitchen. In most regions, the two phases are 110 Volts AC and are combined on some electrical outlets for 220 / 240 Volts AC for appliances such as clothes dryers.

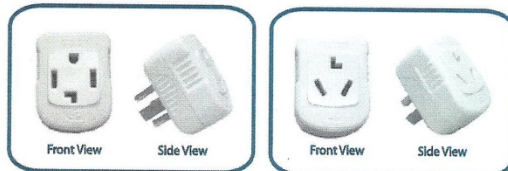
Corinex Product Solutions

The Corinex PowerPhase Coupler D - 220V coupler is plugged into the 220VAC outlet typically used by electric clothes dryers. The coupler provides an LED indication that lights when the two phases are successfully coupled. The appliance then plugs into the coupler. This device couples the two electrical phases and provides a path for the full Powerline spectrum. There are two couplers available - 3 Pin or 4 Pin - to match the outlet in the home.

Important: The Corinex Coupler is not suitable for electric ovens.

Product Specification

Corinex PowerPhase Coupler D - 220V
Part Number: CXA-CXP-PH2 -D3 (3 Pin)
Part Number: CXA-CXP-PH2 -D4 (4 Pin)

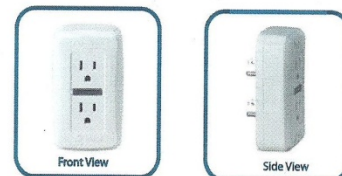


Plug Type	220 Volt AC - 3 OR 4 PIN
Dimensions	2.75"x3.55"x 3.35"
Weight	0.40lb 3 pins 0.45lb 4 pins
Phases coupled	2
Maximum current	30 amps
LED confirmation of coupling	yes
Frequency range coupled	2 MHz to 35 MHz 100 KHz to 200 KHz

The Corinex PowerPhase Coupler K - 110V coupler is plugged into the 110VAC outlet typically found in the Kitchen. The coupler provides an LED indication that lights when the two phases are successfully coupled. The Corinex coupler extends the two electrical outlets so that they remain available to be used. This device couples the two electrical phases and provides a path for the full Powerline spectrum.

Product Specification

Corinex PowerPhase Coupler K - 110V
Part Number: CXA-CXP-PH2

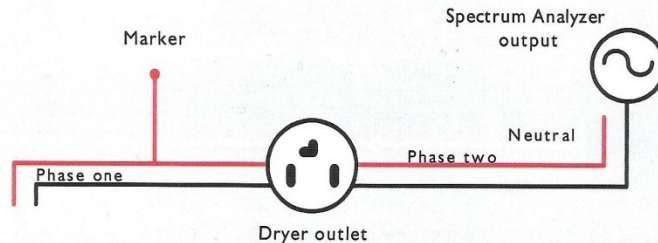


Plug Type	110 Volt AC Outlet
Dimensions	2.68"x2.36"x 4.33"
Weight	0.35lb
Phases coupled	2
Maximum current	10 amps
LED confirmation of coupling	yes
Frequency range coupled	2 MHz to 35 MHz 100 KHz to 200 KHz

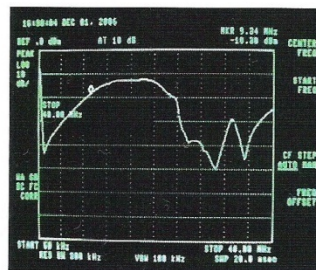


Performance increase with the use of Corinex PowerPhase Couplers

With the Corinex PowerPhase Couplers, Powerline performance can be increased dramatically. Two tests were run, one test without a coupler and one test with a Corinex PowerPhase Coupler. In the tests, a "marker" signal was injected on Phase 2 and the signal was measured with a Spectrum Analyzer on Phase 1. The following diagram shows the test setup used to illustrate the performance improvements:

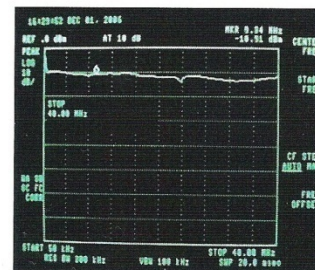


Test One: No coupler



Results of Test One: The screen shows the measurement on the Spectrum Analyzer. The frequency sweep is from 50 KHz to 40 MHz. A marker set at 9 MHz that shows a signal strength of -18.3 dBm with the signal demonstrating poor frequency response.

Test Two: Corinex PowerPhase Coupler



Results of Test Two: The screen shows the measurement on the Spectrum Analyzer. The frequency sweep is from 50 KHz to 40 MHz. A marker set at 9 MHz that shows a signal strength of -10.9 dBm with the signal demonstrating nearly flat frequency response through the coupler.

Conclusion

The Corinex PowerPhase coupler greatly improves low frequency coupling and provides frequency independent coupling. At 9 MHz the measured gain using the Corinex PowerPhase coupler is 7.4 dB. From the Spectrum Analyzer graphs above, the estimated gain at 30 MHz is 30 dB. In conclusion the Corinex coupler will provide significantly enhanced connection capability for the Powerline signals!

Summary of Coupler Testing

	Frequency Sweep	Marker (Phase 1)	Signal (Phase 2)
Without Coupling	50 KHz to 40 Mhz	9 Mhz	-18.3 dBm
With Corinex PowerPhase Coupler	50 KHz to 40 Mhz	9 Mhz	-10.9 dBm
	Improvement		7.4 dBm



Corinex is a registered trademark of Corinex Communications Corp.
All products or company names mentioned herein may be the trademarks of their respective owners.
The content of this document is furnished for informational use only, it is subject to change without notice, and it does not represent a commitment on the part of Corinex Communications Corp.



Corinex Communications Corp.
#601 - 905 West Pender Street
Vancouver, BC
Canada V6C 1L6
Tel: 604 - 692 0520
Fax: 604 - 694 0061
<http://www.corinex.com>

Corinex Communications, a.s.
Ambrova 6
821 01 Bratislava 37
Slovak Republic
Tel.: +421 2 5921 2000
Fax: +421 2 5921 2222
<http://www.corinex.eu>

2007-10-30



Corinex Powerline Filter

200
Mbps PLC

Problem

The power supplies of some home appliances (especially those with a transformer or a coil built-in) such as hair dryers, vacuum cleaners and electric shavers, normally generate excessive high frequency noise. These unwanted electrical signals can pass from the power supply through the input power connections into the power lines. Computers, modems and especially Powerline communications connected to these same power lines may pick up this noise, which may disrupt the Powerline communications or make them completely unintelligible.

Solution

Corinex's new Powerline Filter is carefully designed to eliminate and block all noisy signals from entering the electrical power line grid. The Powerline Filter from Corinex purifies the signal without affecting the frequency or the level of the signal.

Advantages

The Corinex Powerline Filter does not create phase delays, amplitude errors, DC shifts or waveform distortion. It eliminates 50/60 Hz noise and harmonics without altering the frequency characteristics of the input signal, even when these frequencies overlap with noise components.



Do not connect the filter to any Home-Plug adapters or UPA adapters such as Powerline Ethernet adapters or AV200 Powerline adapters or any other modem. Doing so will block the signal from the adapters and cause a major communications interruption.



How can interference be controlled?

Apply suitable preventative measures to the interference source. To accomplish this, the source of the interference must be identified. A good starting point would be first to check hair dryers, vacuum cleaners, electric shavers, air conditioning units, or any device with a heavy duty motor. Install the Corinex Powerline Filter on each of these devices, one at a time, until the offending device is found and the noise eliminated. Regular, thorough electrical maintenance of equipment will also help keep noise levels to a minimum.

Technical Specifications

Line Voltage	85-265 VAC
Line Current	10A
Frequency	50/60Hz
Operating Temperature	0° to 50°C (32°F to 122°F)
Number of Outlets	1
Housing Material	plastic
Noise Frequency Range	100 kHz - 100 MHz
Noise Attenuation Level	up to 50dB
Dimensions	9cm L x 5cm W x 3,5cm H
Weight	205g
AC Plug Type	US, EU, UK and AUS

Specifications are typical; individual units might vary. Specifications are subject to change and improvement without notice.



Corinex is a registered trademark of Corinex Communications Corp.
HomePlug® is a registered trademark of HomePlug® Powerline Alliance.
All products or company names mentioned herein may be the trademarks of their respective owners.

The content of this document is furnished for informational use only, it is subject to change without notice, and it does not represent a commitment on the part of Corinex Communications Corp.

Corinex Communications Corp.
#670 - 789 West Pender Street
Vancouver, BC
Canada V6C 1H2
Tel: 604 - 692 0520
Fax: 604 - 694 0061
<http://www.corinex.com>

Corinex Communications, a.s.
Ambrova 6
831 01 Bratislava 37
Slovak Republic
Tel.: +421 2 5921 2000
Fax: +421 2 5921 2222
<http://corinex.eu>

2007-10-31



Corinex

AV200 Powerline Ethernet Adapter

200
Mbps PLC



200Mbps
over existing electrical wires!

The Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter is the world's first product that supports the distribution of video, voice, and broadband internet access over a premises existing electrical wires. With transfer rates of up to 200 Mbps, the Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter has ample bandwidth to stream several high quality video signals, such as HDTV, while simultaneously delivering high speed internet access throughout an entire premise! The AV200 Powerline Product family consists of an Adapter, Router, ADSL2+ Wireless Gateway and a CableLAN adapter and CableLAN router for coaxial networking applications, all offering 200Mbps communications.

The AV200 Powerline technology by Corinex provides numerous networking possibilities with amazingly fast physical layer transfer rates up to 200 Mbps. Finally, real world multimedia network applications can be created without adding any new wiring, simply plug in a Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter and any computing device in the entire premise is ready to receive high bandwidth multimedia signals.

Application priority levels are retained, ensuring that applications with real-time requirements, such as VoIP, streaming video and multiplayer head-to-head games do not experience glitches, frame loss, or delays, even if other users in the network are downloading large files, websurfing or downloading or listening to MP3 songs.

The Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter allows users to create a high-speed local area network, without the need or new cabling. Users can connect the AV Powerline Ethernet Adapter to virtually any electrical socket in their home or office to create a link to the powerline network. The network can be connected to an internet gateway, such as an ADSL or cable modem, providing a convenient extension of the internet to the powerline within a premise.

Any ethernet-enabled device, such as a desktop computer, network printer, laptop computer, or a security camera connect to the AV200 powerline network.

There are two versions of the Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter. The Home Users Edition of the product is meant for home networking applications and simple plug and play installations. The Commercial Edition of the product is used for advanced networking applications, deployments in Multi dwelling Units and operators providing BPL Access.

Features

- 10/100BaseT Fast Ethernet interface
- Physical data rate in the powerline up to 200 Mbps with distances up to 300 m.
- Built-in repeating capabilities for increased coverage
- CSMA/CARP (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance and Resolution using Priorities) protocol
- Bridge Forwarding Table for 64 MAC Addresses
- 802.1Q VLAN & Optimized VLANs
- Powerful DES/3DES encryption
- OFDM technology and powerful error correction system allow robust performance under harsh conditions in the electrical network
- Integrated 802.1D Ethernet Bridge With Optimized Spanning Tree Protocol
- 8-level priority queues, with programmable priority-classification engine
- Priority classification according to 802.1P tags, IP coding (IPv4 or IPv6) or TCP source/destination ports
- Optimized support for broadcast and multicast traffic
- MAC filtering - can discard Ethernet frames if they come from a source MAC address which is not present in a list of allowed MAC addresses
- Configuration using an embedded web interface

Commercial Edition:

- Console Interface
- Dynamic IP Address with auto-config
- Manual MASTER / SLAVE configuration
- VLAN and OVLAN Support
- RADIUS server authentication support
- Programmable bandwidth allocation
- Master Node HE or Repeater
- Slave CPE Node
- Can be used for MV/LV BPL networks

Home User Edition:

- Web interface
- Fixed IP or DHCP
- Default IP 10.10.1.69
- The MASTER and SLAVE can be set manually or automatically
- VLAN tagging without filtering



Technical Specifications

Standards Compliance	IEEE 802.3u
Speed	Up to 200 Mbps on physical layer
AC Plug Type	US, EU, UK and AUS
LED Status Lights	Power on, PLC Link/Activity Ethernet link
Interface	10/100BaseT Fast Ethernet, Powerline
Frequency Range used	2 – 34 MHz
Power Input	85 to 265 V AC, 50/60 Hz
Dimensions	148 mm L x 106 mm W x 47 mm H 5.82" L x 4.17" W x 1.85" H
Weight	0.28 kg (0.61 lb)
Transmitted Power spectral density	-56 dBm/Hz
Power Consumption	10 W
Safety & EMI	FCC Part 15, EN 55022 EMC limits
Operating Temperature	0° to 50°C (32°F to 122°F)
Operating Humidity	10% to 80% non-condensing



Product features and design may vary by version and region.

Standards

- 802.3u
- 802.1P
- 802.1Q
- Compliant with FCC Part 15, EN 55022 EMC limits

Package Content

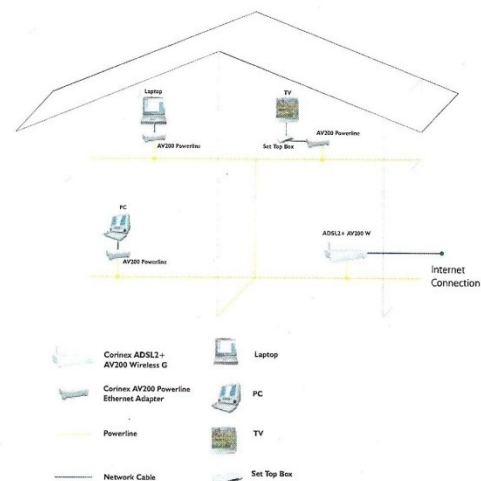
- Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter
- One straight-forward CAT5 ethernet cable
- One AC power cable
- CD with documentation
- Printed Quick Start Guide

Product Codes:

Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter

CXP-AV200-ETH - Home Edition

CXP-AV200-ETHe - Enterprise Edition



Corinex is a registered trademark of Corinex Communications Corp.

The content of this document is furnished for informational use only, it is subject to change without notice, and it does not represent a commitment on the part of Corinex Communications Corp.

Corinex Communications Corp.
601 - 905 West Pender Street
Vancouver, BC
V6C 1L6, Canada
Tel.: +1 604 692 0520
Fax: +1 604 694 0061
<http://www.corinex.com>

Corinex Communication, a.s.
Ambrova 6
83101 Bratislava 37
Slovak Republic
Tel: +421 2 5921 2000
Fax: +421 2 5921 2222
<http://www.corinex.eu>

2007-10-22 ver.1.1



Power Line Communication

Transformer Equipment (TE) System

Solutions for broadband communication infrastructures using electrical networks



Application

- Ethernet compatible master modem
- Intended for Low & Medium Voltage networks

Services

- Management of all units, SNMP support
- High-speed Internet access over existing power lines up to 200 Mbps.
- 802.1Q VLAN & Optimized VLANs

Installation

- Located in distribution substations, cable cabinets or meter rooms.

Ilevo Transformer Equipment

- Specifically designed for electrical networks
- DS2 200 Mbps
- Wisconsin PLC technology

Industrial rack in three versions covers all applications

- Modular design with standard units
- Two interface units for fibre or backbone access
- One power supply suits all configuration

Main Function

- Repeating capability
- DS2 Wisconsin chipset inside

Main Benefits

- Small size
- Modular philosophy for smart use (upgrade, maintenance,...)

Requirements

- PLC network for access point application

Package Content

- Module and backplane's type depending on configuration, please refer to configuration table for precise definition

Optional Accessories

- Capacitive Coupler
- Inductive Coupler
- Signal Distribution Box



UNIFIED IP PLATFORM
FOR BOTH MULTIMEDIA & ENERGY APPLICATIONS
OVER EXISTING POWER GRID



Ilevo

Specifications



ILV22B3 with ILV22P1 power supply, ILV22M2 module and two ILV22M3

Configuration Recommendations

	Type of Backplane			Type of Modules	
	ILV22B1	ILV22B2	ILV22B3	ILV22P1	ILV22M3
MV Master Head-End Gigabit interface	1			1	1
MV Master Head-End (Gigabit interface in ring architecture)		1		1	2
MV Master Head-End (fast Ethernet interface)	1			1	1
MV Slave Head-End (fast Ethernet interface)	1			1	1
MV Repetition only in TDD mode	1			1	1
MV Repetition only in FDD mode		1		1	2
MV Head-End (Gigabit interface) with LV distribution		1		1	1
MV Head-End (Gigabit int. in ring architecture) with LV distribution			1	1	2
MV Head-End (fast Ethernet interface) with LV distribution		1		1	2
MV Repetition (TDD) with LV distribution		1		1	2
MV Repetition (FDD) with LV distribution			1	1	3
LV Distribution only	1			1	1

Specifications

	Backplanes		
	ILV22B1	ILV22B2	ILV22B3
Physical Features			
Weight	0.8kg	1.4kg	1.8kg
Dimensions (ground pin excluded)	233x215x48	346x215x48	460x215x48
Color	Illevo grey, RAL 7030	Illevo grey, RAL 7030	Illevo grey, RAL 7030
Connectors	PCI and power connector	PCI and power connector	PCI and power connector
Status Indicators (LEDs)	TX, Powerline, Link Po- werline, Tx, Eth 1/2, Link Eth 1/2m	TX, Powerline, Link Po- werline, Tx, Eth 1/2, Link Eth 1/2m	TX, Powerline, Link Po- werline, Tx, Eth 1/2, Link Eth 1/2m
Ingress Protection (IP)	IP21	IP21	IP21
Ingress Protection (IP)	In accordance with weather protected areas such as transformer premises		

In compliance with its continuous improvement policy, SEPC reserves the right to change those specifications without prior notice

	Modules		
	ILV22P1	ILV22M2	ILV22M3
Description	Power Supply	Ethernet Module	Gigabit Module
Chassis	DSS9002	DSS9002	DSS9003
Data rate	Up to 200 Mbps through the powerline port	Up to 200 Mbps through the powerline port	Up to 200 Mbps through the powerline port
Physical Features			
Weight	0.8kg	0.8kg	0.8kg
Dimensions ("locker")	195x110x48	195x110x48	195x110x48
Color	Illevo grey, RAL 7030	Illevo grey, RAL 7030	Illevo grey, RAL 7030
Material	Aluminium	Aluminium	Aluminium
Ports & Connectors	IEC power connector, +12V Auxiliary input, Backplane connector	Backplane connector, Powerline connector, RJ45 10/100 Ethernet connectors (2)	Backplane connector, Powerline connector, GBIC connectors (2) (on request)
Status Indicators (LEDs)		PLC link, PLC Rx/Tx activity, Backplane link (2)	PLC Tx/Rx activity, PLC link, Backplane port link (2), Gigabit Ethernet port Rx/Tx (2)
Physical Layer			
Transmission Power Step	1 dB	1 dB	1 dB
PSD Power Spectral Density	-	≤ -50 dBm/Hz	≤ -50 dBm/Hz
Programmable transmission gain	-	33dB and 21dB	33dB and 21dB
Programmable reception gain	-	-12dB down to +30dB, in 6dB steps	-12dB down to +30dB, in 6dB steps
Dynamic Range	-	90 dB min	90 dB min
Electrical Characteristics			
Power Consumption (max)	40W	8W	8W
Input Voltage (PSU only)	115Vac/230Vac		
Input Frequency (PSU only)	60Hz/50Hz		
Environmental			
Relative humidity	20% to 95% non-condensing	20% to 95% non-condensing	20% to 95% non-condensing
Ambient operating temperature	0°C to +50°C In accordance with protected areas such as transformer premises	0°C to +50°C In accordance with protected areas such as transformer premises	0°C to +50°C In accordance with protected areas such as transformer premises
CE Approval			
EMC	EN55022 class A EN55024	EN55022 class A EN55024	EN55022 class A EN55024
Electrical safety (under approval)	EN 60950-1:2001		

ILV22M0

The "dummy" module ILV22M0 is similar in external appearance to the ones described above, but it has no modem card inside. The front panel cover has no connectors. This module is used to provide protection to components that would be exposed otherwise.



Power Line Communication

Outdoor Intermediate Repeater

- *ILV2110 Time Division*
- *ILV2120 Frequency Division*

Solutions for broadband communication infrastructures using electrical networks

Illevo Intermediate Repeater

- Specifically designed for electrical networks' environment
- Used to extend the range of PLC network
- DS2 200 Mbps
- Wisconsin PLC technology



Application

- Local loop repetition point
- Intended for 400/230 volts
- Last mile access network

Services

- Transparent repetition of Head End services
- Time division repetition, ILV2110
- Frequency division repetition, ILV2120

Installation

- Street cabinets
- Meter rooms
- Distribution substations

Package Content

- Repeater
- Mounting bracket

Optional Accessories

- Capacitive Coupling Unit
- Inductive Coupling Unit
- Signal Distribution Box
- Integrated filters for optimal network deployment

Main Function

- Low voltage repeater
- DS2 Wisconsin 9002 chipset inside

Main Benefits

- Small size, Open PLC European Research Alliance (OPERA) compliant
- Ethernet interface for local management
- Low-pass and high-pass filter selection
- Easy installation without power off.
- Possibility to security seal the product
- Modular units for TDD and FDD
- Intelligent temperature guard, protects against thermal damage.

Requirements

- DS2 Wisconsin PLC network
- Autoconfiguration servers SNMP, RADIUS, FTP, NTP

UNIFIED IP PLATFORM
FOR BOTH MULTIMEDIA & ENERGY APPLICATIONS
OVER EXISTING POWER GRID



Illevo <>

Specifications



In compliance with its continuous improvement policy, SEPC reserves the right to change those specifications without prior notice

Chipset	
DSS9002	Forwarding table: max 1024 MAC addresses Active PLC connections: 64
Data rate	Up to 200 Mbps
Physical Layer	
Modulation	OFDM with 1536 carriers uplink/ downlink, symmetrical, up to 10 bit per symbol adaptive per carrier.
Transmission Power Step	1 dB
PSD (Power Spectral Density)	46dBm/Hz @ 10MHz bandwidth 49dBm/Hz @ 20MHz bandwidth 50dBm/Hz @ 30MHz bandwidth
Programmable transmission gain	33dB and 21dB
Programmable reception gain	-12dB down to +30dB, in 6dB steps
Dynamic Range	90 dB min
Protocols Layer 2	
Mac	LV Access for large LAN networks Master-slave mechanism
Dynamic QoS	Configuration using service classifier
Spanning Tree Protocol	IEEE 802.1D
VLAN	IEEE 802.1Q
Traffic Prioritization	IEEE 802.1p
Clock synchronization	NTP
Security	
Authentication	LMAC addresses are optionally authenticated using RADIUS to prevent unauthorized intrusion.
Separation at layer 2	Ilevo devices support VLANs based on the IEEE 802.1Q standard protocol.
Separation at physical layer	The communication between one IR and the master relies on specific coding preventing from decoding the signal.
Configuration & Management	
Remote management of all Ilevo equipment is made via standard SNMP management.	
MIB Version	MIB II/ IETF RFC1213, 1493, 2674
SNMP	Supports SNMP v2c
Interoperability with routers and other network devices such as DNS servers, DHCP servers, and boot servers are handled by standard protocols.	

Physical Features	
Weight	Approx 2.5 kg
Dimensions	Approx 190x150x80 mm
Color	Grey
Material	Aluminum
Ports & Connectors	1 coupler interface* (ILV2110) 2 coupler interfaces (ILV2120) RJ45 10/100 BASE-T RS485 serial port
Status indicators (LEDs)	Power, Status, PLC Link, PLC Act
Integrated filter	FIF100. Applicable for frequencies 12/13, 7/7.8, 23.5/24 MHz.
Electrical Characteristics	
Power Consumption	ILV2110 - Max 10W (+8W with optional active accessories) ILV2120 - Max 17W (+15W with optional active accessories)
Voltage	100-240 VAC
Frequency	50/60 Hz
Environmental	
Ingress Protection (IP)	IP54
Acoustic Noise level	Less than 25 dB(A)
Operating	
Operating environment	IEC 60721-3-3 standard: - 3K3 (Schneider Standard FT15005 Category C2)
Relative humidity	10% to 100% non-condensing
Ambient operating temperature	-25C° to 45C° (ILV2110) -25C° to 40C° (ILV2120) -25C° to 55C° in restricted areas according to EN 60950
Storage	
Storage environment	According to ETS 300 019-1-1 Class 1.1
Relative humidity	5% to 95% non-condensing
Temperature	-5°C to +45°C
Transport	
Transport environment	According to ETS 300 019-1-2 Class 2.3
Relative humidity	95% non-condensing
Temperature	-40°C to +70°C, < 30days
CE Approval and labels	
EMC	EN55022 class B EN55024 prEN50412-1 type 1, class 2
Electrical safety	EN 60950-1:2001 IEC 60950-1:2001
Labels	Labeled with Product number, MAC address, and serial number

Schneider
Electric Powerline
Communications
(SEPC)

Lagergrens gata 4,
Box 1561
652 26 Karlstad Sweden
Tel: + 46 (0) 54 22 39 00
Fax: + 46 (0) 54 22 39 99

59, chemin du vieux chêne
38240 Meylan France
Tel: +33 (0)4 76 60 51 54
Fax: +33 (0)4 76 60 59 11

Member of the leading global association for PLC companies

Publication: SEPC
Pictures: Schneider Electric



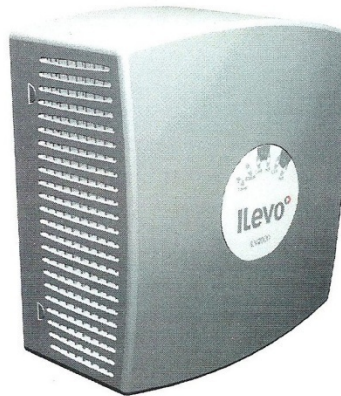


Power Line Communication

ILV2100

Residential Series Intermediate Repeater

Unified IP platform for both multimedia and energy applications over existing power grid



Function

- Transparent repetition of PLC signal on low voltage electrical grids
- Time division

Technology

- DS2 Wisconsin 200 Mbps
- 9001 chipset

Performance

- Up to 200 Mbps
- Carrier class spectral density

Ilvo PLC System

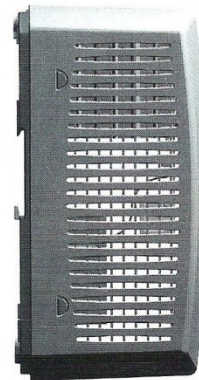
- CPEs
- **Intermediate repeaters**
- Head-ends
- Net conditioning
- Services
- Management software suite

Use

- In-building adapted solution to
 - Extend PLC coverage
 - Increase transmission quality

Installation

- Meter rooms
- Risers
- Flexible DIN/wall mount
- Easy installation - spring terminals

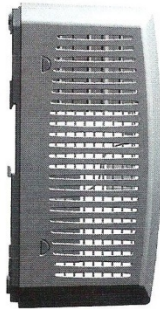


Main Benefits

- High data rate performance: 200 Mbps
- Optimised for in building access extensions: flexible mounting, compact size, IP20
- Enhanced protection: tamper proof construction
- Flexible coupler interface, internal and external coupling
- Optional filters for dense network deployments on request
- Compliance with OPERA (Open PLC European Research Alliance)

Specifications

In compliance with its continuous improvement policy, SEPC reserves the right to change those specifications without prior notice



Chipset	
DSS9001	Up to 64 MAC addresses
Data rate	Up to 200 Mbps
Physical Layer	
Modulation	OFDM with 1536 carriers uplink/downlink, symmetrical, up to 10 bit per symbol adaptive per carrier.
Max PSD (Power Spectral Density)	-46dBm/Hz @ 10MHz bandwidth -49dBm/Hz @ 20MHz bandwidth -50dBm/Hz @ 30MHz bandwidth
Dynamic Range	90 dB min
Protocols Layer 2	
Mac	LV Access for large LAN networks Master-slave mechanism
Dynamic QoS	Configuration using service classifier
Spanning Tree Protocol	IEEE 802.1D
VLAN	IEEE 802.1Q
Traffic Prioritization	IEEE 802.1p
Security	
Authentication	LMAC addresses are optionally authenticated using RADIUS to prevent unauthorized intrusion.
Separation at layer 2	Illevo devices support VLANs based on the IEEE 802.1Q standard protocol.
Separation at physical layer	The communication between one IR and the master relies on specific coding preventing from decoding the signal.
Configuration & Management	
Remote management of all Illevo equipment is made via standard SNMP management.	
MIB Version	MIB II/ IETF RFC1213, 1493, 2674
SNMP	Supports SNMP v2c
Interoperability with routers and other network devices such as DNS servers, DHCP servers, and boot servers are handled via standard protocols.	

Physical Features	
Weight	Approx 0.5 kg
Dimensions	160x140x80 mm
Color	Grey
Material	Plastic
Ports & Connectors	1 internal coupler signal interface 1 external signal interface 1 mains interface
Status indicators (LEDs)	Power, Status, PLC Link, PLC Act, Ethernet link and Ethernet act
Electrical Characteristics	
Power Consumption	<15 W
Voltage	100-240 VAC
Frequency	50/60 Hz
Environmental	
Ingress Protection (IP)	IP20
Acoustic Noise level	Fan less. Less than 25 dB(A)
Operating	
Operating environment	Schneider Standard FT15005 Category C1, extended to -5°C
Relative humidity	5% to 85% non-condensing
Ambient operating temperature	-5°C to +40°C
Storage	
Storage environment	According to ETS 300 019-1-1 Class 1.1
Relative humidity	5% to 95% non-condensing
Temperature	-5°C to +45°C
Transport	
Transport environment	According to ETS 300 019-1-2 Class 2.3
Relative humidity	95% non-condensing
Temperature	-40°C to +70°C, < 30days
CE Approval and labels	
EMC	EN55022 class B EN55024 prEN50412-1 type 1, class 2
Electrical safety	EN 60950-1:2001 IEC 60950-1:2001
Labels	Labeled with product number, MAC address, and serial number

**Schneider
Electric Powerline
Communications
(SEPC)**

Lagergrens gata 4,
Box 1561
652 26 Karlstad Sweden
Tel: + 46 (0) 54 22 39 00
Fax: + 46 (0) 54 22 39 99

59, chemin du vieux chêne
38240 Meylan France
Tel: +33 (0)4 76 60 51 54
Fax: +33 (0)4 76 60 59 11

Member of the leading global association for PLC companies

Publication: SEPC
Pictures: Schneider Electric





Power Line Communication

ILV201 CPE

Data

Solutions for broadband communication infrastructures using electrical networks

Illevo Customer Premises Equipment (CPE)

- End-user equipment
- Professional and residential use
- DS2 200 Mbps Wisconsin PLC technology



Main Function

- Ethernet 10/100 Mbps/PLC bridge
- DS2 Wisconsin 9010 chipset inside

Main Benefits

- Small size
- Embedded power supply
- Telco or ISP logo on request
- Entry level CPE

Requirements

- PLC network for access point application
- Ethernet

Application

- Local Loop last mile access point
- LAN networking
- In-home networking

Services

- High-speed Internet

Package Content

- CPE unit
 - Power cable
 - Ethernet cable
 - User manual - in English*
- * Other language on request

Installation

- Located on desk top close to user's appliance (computer, etc.)
- Connected to power outlet and customer computer
- "Plug and play" set up
- Regional power cables on request



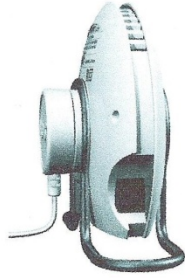
UNIFIED IP PLATFORM
FOR BOTH MULTIMEDIA & ENERGY APPLICATIONS
OVER EXISTING POWER GRID

a company of
Schneider
Electric

Illevo <>

Specifications

In compliance with its continuous improvement policy, SEPC reserves the right to change those specifications without prior notice



Chipset	
DS2 Wisconsin chipset inside	
Data rate	Up to 200 Mbps through the powerline interface
Physical Layer	
Modulation	OFDM with 1536 carriers uplink/downlink, symmetrical, up to 10 bit per symbol adaptive per carrier.
Transmission Power Step	1 dB
PSD (Power Spectral Density)	> -56 dBm/Hz
Programmable transmission gain	33dB and 21dB
Programmable reception gain	-12dB down to +30dB, in 6dB steps
Dynamic Range	90 dB min
Protocols Layer 2	
MAC	In-Home MAC for small LAN networks. LV Access for large LAN networks Master slave mechanism.
Dynamic QoS	Configuration using service classifier
Spanning Tree Protocol	IEEE 802.1D
VLAN	IEEE 802.1Q, Up to 16 active VLANs in LV access
Traffic Prioritization	IEEE 802.1p
Security Aspects	
Authentication	CPE LMAC addresses are registered in masters to prevent from unauthorized intrusion. Compliant with RADIUS protocol.
Separation at Layer 2	Illevo devices support VLAN based on the IEEE 802.1Q standard protocol.
Separation at physical layer	The communication between one CPE and the master relies on specific coding preventing other CPE from decoding the signal.
Configuration & Management	
Remote management of all Illevo equipment is made via standard SNMP protocols.	
MIB Version	MIB II IETF RFC1213, 1493, 2674
SNMP	Supports SNMP v2c
Provisioning	IP configuration by DHCP FTP client, configuration and upgrade by TFTP
Interoperability with routers and other network devices such as DNS servers, DHCP servers, and boot servers are handled by standard protocols.	

Physical Features	
Weight	160 g (stand excl.)
Dimensions	117x133x43 mm (stand excl.)
Color	White
Material	Plastic
Ports & Connectors	1 IEC EN60 320-1 1 Ethernet RJ45 port
Status Indicators (LEDs)	Power, Data and Link
Electrical Characteristics	
Power Consumption	8 W
Voltage input	100-240V
Frequency	50/60Hz
Current input	0.5 A
Environmental	
Ingress Protection (IP)	IP20
Acoustic Noise level	Less than 25dB(A) (no fan)
Operating	
Operating environment	IEC 60721-3-3 standard: - 3K3 (Schneider Standard FT15005 Category C1)
Relative humidity	5% to 85% non-condensing
Ambient operating temperature	+5 to +40°C with 100% performance -5 to +40°C without damage
Storage	
Storage environment	According to ETS300019-1-1 Class 1.1
Relative humidity	5% to 95% non-condensing
Temperature	-5 to +45°C
Transport	
Transport environment	According to ETS300019-1-2 Class 1.2
Relative humidity	95% non-condensing
Temperature	-40 to +70°C
CE Approval and labels	
EMC	EN55022 class B EN55024, prEN50412-1 type 1 class 2.
Safety	IEC/EN 60950-1:2001
Labels	Labeled with PLC MAC address and serial number

Design award 2006



Schneider
Electric Powerline
Communications (SEPC)

Lagergrens gata 4,
Box 1561
652 26 Karlstad Sweden
Tel: + 46 (0) 54 22 39 00
Fax: + 46 (0) 54 22 39 99

59, chemin du vieux chêne
38240 Meylan France
Tel: +33 (0)4 76 60 51 54
Fax: +33 (0)4 76 60 59 11

Member of the leading global association for PLC companies

Publication: SEPC
Pictures: SEPC





dLAN 200 AVeasy Starter Kit



Datos técnicos

Estándares	- Especificación Ethernet IEEE 802.3, IEEE 802.3x, IEEE 802.3u, Auto MDI / X - HomePlug AV
Protocolos	TDMA, CSMA/CA a través de la red de corriente eléctrica interna
Velocidad de transmisión	200 Mbps
Modo de transmisión	Asíncrono
Modulación	Portador OFDM - 1155, 1024/256/64-QAM, QPSK, BPSK
Recorrido de los datos	Ethernet <-> Red eléctrica
Alcance	mín. 200 m a través de la red eléctrica
Seguridad	Encriptación AES de 128 bits a través de la red eléctrica (activación por tecla)
LED	- Alimentación - Ethernet (Link/Act) - dLAN (Link/Act/calidad)
Conexión dLAN	Euroconector
Conexión de los dispositivos	Ethernet RJ45
Consumo de potencia	5 W (máx.), 3,3 W en modo Standby
Alimentación de corriente	AC 100-240 V 50/60 Hz
Temperatura	Almacenamiento: -25°C – 70°C Servicio: 0°C – 40°C
Peso	148 g (por adaptador)
Dimensiones	80 x 65 x 40 mm (altura x anchura x profundidad)
Condiciones ambientales	10–90% de humedad del aire (sin condensación)
Requerimientos del sistema	Interfaz Ethernet
Sistemas operativos	Windows® XP ^{32 bits} , Windows® Vista ^{32/64 bits} , Linux®, Mac OS® X y todos los sistemas operativos TCP/IP, entre otros
Homologaciones	Conformidad CE según las especificaciones técnicas aplicables a todos los países de UE y Suiza: EN 60950-1:2001+A11:2004 EN 55022:2006 EN 50412-2-1:2006

Información del fabricante

Número de artículo	01220 (DE/AT/CH/BE/IT/NL/ES), 01222 (UK), 01223 (FR)
Código EAN	4250059612204 (DE/AT/CH/BE/IT/NL/ES), 4250059612228 (UK), 4250059612235 (FR)
Garantía	3 años
Servicio y soporte técnico	Soporte técnico por teléfono y correo electrónico. Encontrará los números de teléfono y las direcciones de correo electrónico en el folleto del soporte técnico suministrado con el producto y en la página web de devolo.
Modelo	Carcasa de plástico para la caja de enchufe de pared
Peso	815 g
Tamaño del embalaje	188,5 x 231 x 78,5 mm (altura x anchura x profundidad)
Accesorios	2 cables Ethernet RJ45-RJ45 (Cat 5) - Documentación: instrucciones de instalación impresas - CD-ROM: Manual en PDF, software de configuración para Windows® XP^{32 bits}, Windows® Vista^{32/64 bits}, Linux®, Mac OS® X - Software adicional: devolo Informer, devolo EasyShare, devolo EasyClean

devolo España
C/ Buenos Aires, 49
28760 Tres Cantos (Madrid)
España
Tel.: +34-91 806 03 13 89
Fax: +34-91 806 03 96
E-mail: info@devolo.es
Internet: www.devolo.es

devolo AG
Sonnenweg 11
52070 Aquisgrán
Alemania
Tel.: +49 (0) 241 18279 79
Fax: +49 (0) 241 18279 99
E-mail: info@devolo.com
Internet: www.devolo.com



Últ. actualiz.: 14.12.07



dLAN 200 A Veasy Starter Kit



WEEE informaciones adicionales

Peso WEEE	502 g
Papel (punto verde)	302 g
Plástico (punto verde)	18 g
Varios (punto verde)	0,4 g

devolo España
C/ Buenos Aires, 49
28760 Tres Cantos (Madrid)
España
Tel.: +34-91 806 03 13 89
Fax: +34-91 806 03 96
E-mail: info@devolo.es
Internet: www.devolo.es

devolo AG
Sonnenweg 11
52070 Aquisgrán
Alemania
Tel.: +49 (0) 241 18279 79
Fax: +49 (0) 241 18279 99
E-mail: info@devolo.com
Internet: www.devolo.com



Últ. actualiz.: 14.12.07

ANEXO B

LISTADO DE PRECIOS DE VARIOS EQUIPOS PLC

En este anexo se incluyen varios listados de precios de fabricantes y distribuidores de equipos *Power Line Communications*, basados en las características de cada uno de los equipos que se encuentran tanto en una red Outdoor o de acceso PLC, que cuenta con equipos sofisticados para acoplar la red eléctrica de Medio Voltaje (MV) y la red eléctrica de Bajo Voltaje (LV) a las condiciones de transmisión que requiere la tecnología PLC, como en una red Indoor a nivel de usuario, con elementos propios para corregir errores e interferencias de propias de la red eléctrica.

Se incluyen las direcciones de Internet de cada una de las empresas que se mencionan en los listados de precios de los distintos equipos PLC, para facilitar su búsqueda, solicitar mayor información, proformas o constatar la veracidad de los datos aquí incluidos.

Lista de precios equipos Dvol

http://www.devolo.es/es_ES/bezugsquellen/preisliste.html

Powerline Interno	No. de Artículo	Información	Recommendación de precio de venta
dLAN duo	1138		€ 49,90
dLAN duo Starter Kit	1139		€ 89,90
dLAN Highspeed Ethernet	1149		€ 59,90
dLAN Highspeed Starter Kit	1148		€ 109,90
dLAN 200 AVeasy	1216		€ 84,90
dLAN 200 AVeasy Starter Kit	1220		€ 159,90
dLAN Wireless extender	1207		€ 119,90
dLAN Wireless extender Starter Kit	1213		€ 159,90
dLAN Audio extender	1196		€ 99,90
dLAN Audio extender Starter Kit	1199		€ 149,90
dLAN i	1115		€ 99,90
Modem Analógico	No. de Artículo	Información	Recommendación de precio de venta
MicroLink 56k Fun USB	1052		€ 49,90
MicroLink 56k PCI - versión "Bulk" sin embalaje	1054	BULK	€ 24,90
MicroLink 56k i	1813		€ 199,90
ISDN	No. de Artículo	Información	Recommendación de precio de venta
MicroLink ISDN i	1990		€ 159,90

Lista de Precios de Netgear

<http://www.netgear.es/precios/>

Powerline

Producto	Descripción	PVP
HDX101	Powerline HD 200 Mbps Ethernet adapter	99.9 €
HDXB101	Powerline HD 200 Mbps Ethernet adapter kit - 2 unidades	179.9 €
WGXB102	PowerLine Inalámbrico 54Mbps	81 €
WGXB102	Kit Power Line inalámbrico	109.9 €
XE102	Wall-Plugged Ethernet Bridge	36.9 €
XE102G	POWER LINE. 14 Mbps. Kit que incluye 2 uds. del XE102	69.9 €
XE103	Adaptador Ethernet para acceso a datos a través de la red eléctrica	55 €
XE103G	POWER LINE. 85 Mbps. Kit que incluye 2 uds. del XE103	110 €
XE104	85 Mbps PowerLine Ethernet switch	74.9 €
XEB1004	Powerline Adaptador Ethernet para acceso a datos a través de la red eléctrica	104.9 €
XEPS103	Space-Saving Powerline Network Kit	64 €

Lista de precios de equipos POWERNODE

<http://www.satconxion.es/productos-servicios-redes-plc-productos.php>

Equipo Local de Usuario

Referencia	Descripción	Especificación	Precio
PWN201	CPE Data	Equipo Local de Usuario, Diseño Omega, Ethernet 10/100, Chip DSS9010	
PWN220	CPE Data + VoIP + USB, Color Transparente		
PWN220A	CPE Data + VoIP + USB, Rango Mediano, Color Azul	Equipo Local de Usuario, Datos sobre Ethernet 10/100 o USB, Voz-sobre-IP con puerto analógico a/b, chip DSS9001	Consultar
PWN220R	CPE Data + VoIP + USB, Rango Mediano, Color Rojo		
PWN220AM	CPE Data + VoIP + USB, Rango Mediano, Color Amarillo		
PWN220SIP	VOIP/SIP para PWN210/220		
PWN210	CPE Data+VoIP, Color Transparente	Equipo Local de Usuario, Datos sobre Ethernet 10/100, Voz-sobre-IP con puerto analógico a/b, chip DSS9001	

Equipo de red

Referencia	Descripción	Especificación	Precio
PWN2110	Repetidor Extendido por División de Tiempo	Repetidor Intermedio, por División de Tiempo, Hospedaje de 54 IP, 50dBm/hz, 1xEth 10/100, Sin Ventilador, Chip DSS9002	Consultar
PWN2120	Repetidor Extendido por División de Frecuencia	Repetidor Intermedio, División de Frecuencia, Max 64x2 Users,Hospedaje de 54 IP, - 50dBm/hz, 1xEth 10/100, Sin Ventilador	
PWN22M0	TE Módulo Vacío	Módulo Vacío/Dummy para cubrir ranura de expansión	
PWN22M2	TE PLC Módulo Rápido Ethernet	Módulo PLC para rack, 1 puerto PLC, 2xEth 10/100, DSS9002-Max 64 usuarios, Cables de Interface; Ver Condicionantes de Red Abajo	
PWN22B1	Chásis de 1 Ranura PLC	Chásis (1 ranura PLC + 1 ranura PSU)	
PWN22B2	Chásis de 2 ranuras PLC	Chásis (2 ranuras PLC + 1 ranura PSU)	
PWN22B3	Chásis de 3 ranuras Slot	Chásis (3 ranuras PLC + 1 ranura PSU)	
PWN22P1	TE PSU	Unidad de Corriente para rack, para 230 o 12 de voltios	

Equipo Acondicionador de Red

1. Cables

Referencia	Descripción	Especificación	Precio
LLC1	Cable BNC 50 ohm (PWN 22 M2)	Cable de Interface 50 ohm 2,5 m	Consultar
LLC2	Cable Molex 50 ohm (PWN22 M2)	Cable de Interface 50 ohm 2,5 m	
LLC3	Cable de Baja Pérdida 100 ohm (100m)	Cable PowerNode Profesional de par trenzado de señal PLC, Usado con todos los accesorios PWN21xx/100?, de muy baja pérdida, rollo de 100m ,Incluye 100 terminadores para PC	

2. Interfaces			
Referencia	Descripción	Especificación	Precio
SDB250	Caja de Distribución de Señal PLC de 50 ohm	Caja de distribución de Señal hasta 8 puertos, 50 Ω para Chásis PWN22xx, Configurable para acopladores Inductivos o Capacitivos, Montaje en pared	Consultar
SDB2100	Caja de Distribución de Señal PLC 100 ohm	Caja de Distribución de Señal para hasta 8 puertos, 100 ohm para PWN2110, 2120, Configurable para acopladores Inductivos o Capacitivos, Montaje en Pared	
SDB2DIN	Opción de montaje DIN	Ganchos metálicos para fijación en riel DIN	
SDB4	Caja de Distribución de Señal PLC 100 ohm DIN	Caja de Distribución de Señal para hasta 8 puertos, 100 ohm por PWN2110,2120, Configurable para acopladores Inductivos o Capacitivos, montaje DIN estándar	
IFC1	Interfaz de Conversión para PWN21xx	Convertidor desde 100 ohm hasta 50 ohm para acopladores de MV con PWN21xx	
FLV1001	Filtro & Seperador para BT	Filtro Externo Coexist TD/FD para BT Modo 1/5, separador básico y combinador,PWN22xx Rack conector BNC 50 ohm, terminales atornillados, montaje DIN estándar	

FLV1002	Filtro & Seperador para BT	Filtro Externo Coexist TD/FD para BT Modo 2/3, separador básico y combinador, PWN22xx Rack conector BNC 50 ohm, terminales atornillados, montaje DIN estándar
FIF100PP	Filtro Interno 12/13 Mhz	Filtro para Red para PWN2110/2120 para montaje interno solamente. Separador 12/13 Mhz.Paquete para 10 Instalaciones
FIF100PA	Filtro Interno 12/13 Mhz	Filtro para Red para PWN2110/2120 para montaje interno solamente. Separador 12/13 Mhz.Paquete individual
FIF100	Paquete de Filtro Completo	Paquete de 1+1+1 para todas las bandas de frecuencia
FIF1002	Filtro Interno 7/7,85 Mhz	Filtro para Red para PWN2110/2120 para montaje interno solamente. Separador 7/7,85 Mhz.Paquete individual
FIF1003	Filtro Interno 23,5/24 Mhz	Filtro para Red para PWN2110/2120 para montaje interno solamente. Separador 23,5/24 Mhz.Paquete individual
FMV100	Filtro & Separador para MT	Filtro Externo TD/FD MT Modo 7, 9-5, 10, 11-12, PWN22xx Rack conector BNC 50?, montaje DIN estándar

3. Acopladores			
Referencia	Descripción	Especificación	Precio
PWN2IC1	Juego de Acopladores Inductivos para BT Max 50A	Juego de 4 Acopladores Inductivo, Ferrita, tipo cubo, 50A max de corriente de saturación, 50/100? (ø 8mm).Paquete para 10 instalaciones	Consultar
PWN2IC2	Juego de Acopladores Inductivo para BT Max 100A	Juego de 6 Acopladores Inductivos, Ferrita, redondo, 100A max de corriente de saturación, 50/100? (ø27,5mm).Paquetes para 10 Instalaciones	
PWN2IC3	Juego de Acopladores Inductivo para BT Max 150A	Juego de 8 Acopladores Inductivos, Ferrita, redondo, 150A max de corriente de saturación, 50/100? (ø27,5mm).Paquetes para 10 Instalaciones	
PWN2IC6	Juego de Acopladores Inductivos para BT Max 60A	4 Acopladores Inductivos, Ferrita, Tipo Cubo, 60A max de corriente de saturación, 50/100? (ø 12mm).Paquete para 10 instalaciones	
PWN2CC11	Acoplador Capacitivo para BT 1-Fase 50 ohm	Acoplador Capacitivo 1-fase, 50? para PWN22xx Rack, CAT IV, Montaje de pared	
PWN2CC12	Acoplador Capacitivo para BT 1-fase 100 ohm	Acoplador Capacitive 1-phase, 100? para PWN21xx, CAT IV, Montaje de pared	

PWN2CC31	Acoplador Capacitivo para BT 3 Fases 50 ohm	Acoplador Capacitivo 3-fase, 50 ohm para PWN22xx Rack, CAT III, Montaje de pared
PWN2CC32	Acoplador Capacitivo para BT 3 Fases 100 ohm	Acoplador Capacitivo 3-fase, 100 ohm para PWN22xx Rack, CAT III, Montaje de pared
CC3DIN	Opción Montaje DIN	
PWN2CCMV1	Acoplador Capacitivo para MT "Overcap"	Acoplador Capacitivo, hasta 17kV, Arteche-S17, 50?, Cable externo aéreo
PWN2CCMV2	Acoplador Capacitivo para MT "Undercap"	Acoplador Capacitivo hasta 24kV, Arteche-S24, 50?, Montaje tipo perno, unidad interna
PWN2CCMV4	Acoplador Capacitivo para MT "Overcap"	Acoplador Capacitivo hasta 24kV, Arteche-S24, 50?, unidad externa
PWN2ICMV1	Acoplador Inductivo MT "Unic" (Bajotierra)	Acoplador Inductivo hasta 20KV, max 44mmÆ, cable de señal de 2,5m

Los productos descritos anteriormente necesitan de una consulta personal vía mail, para conocer su precio oficial según la disponibilidad en el momento de hacerla.

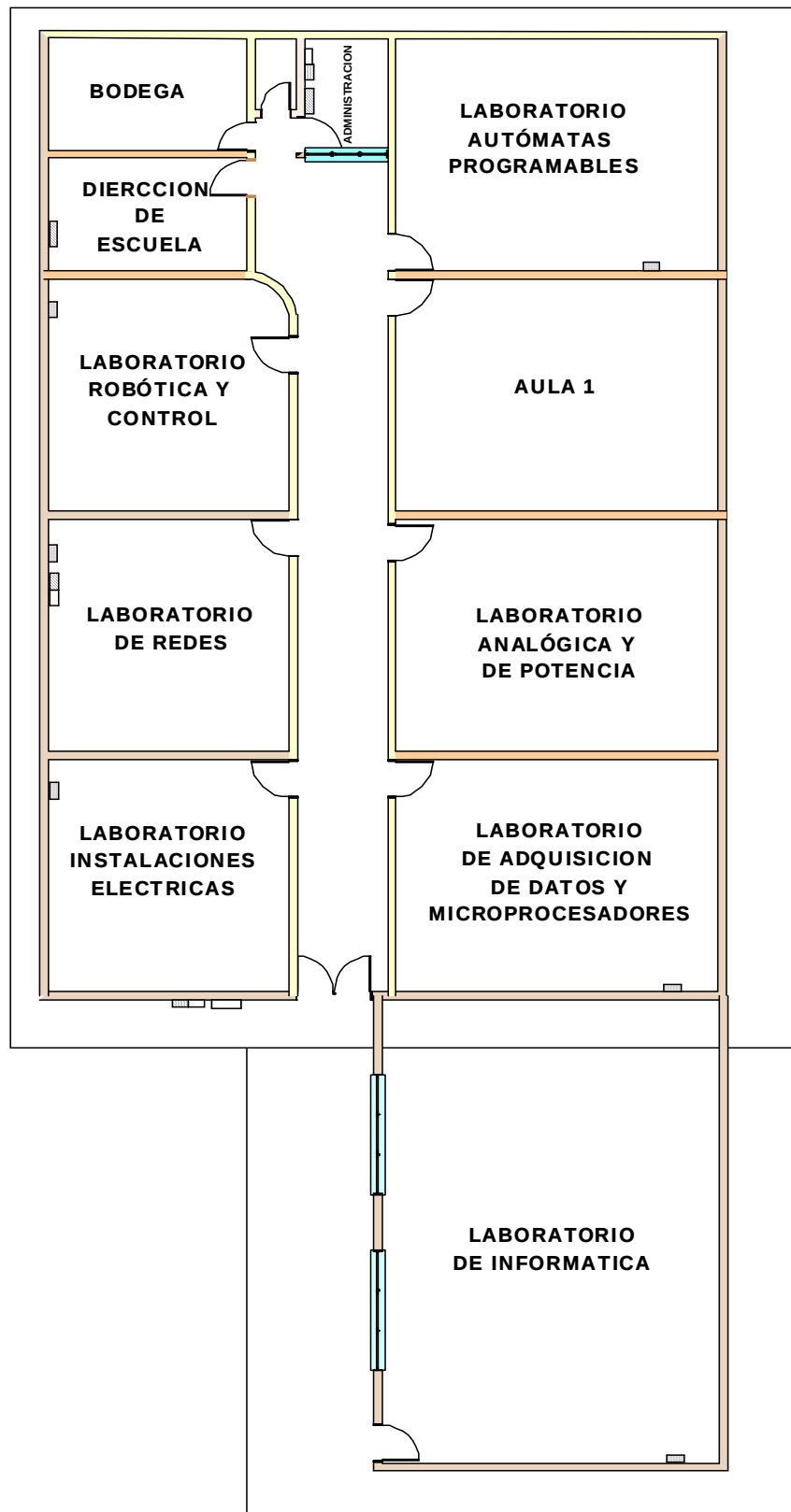
ANEXO C

PLANOS DE UBICACIÓN DE EQUIPOS PLC

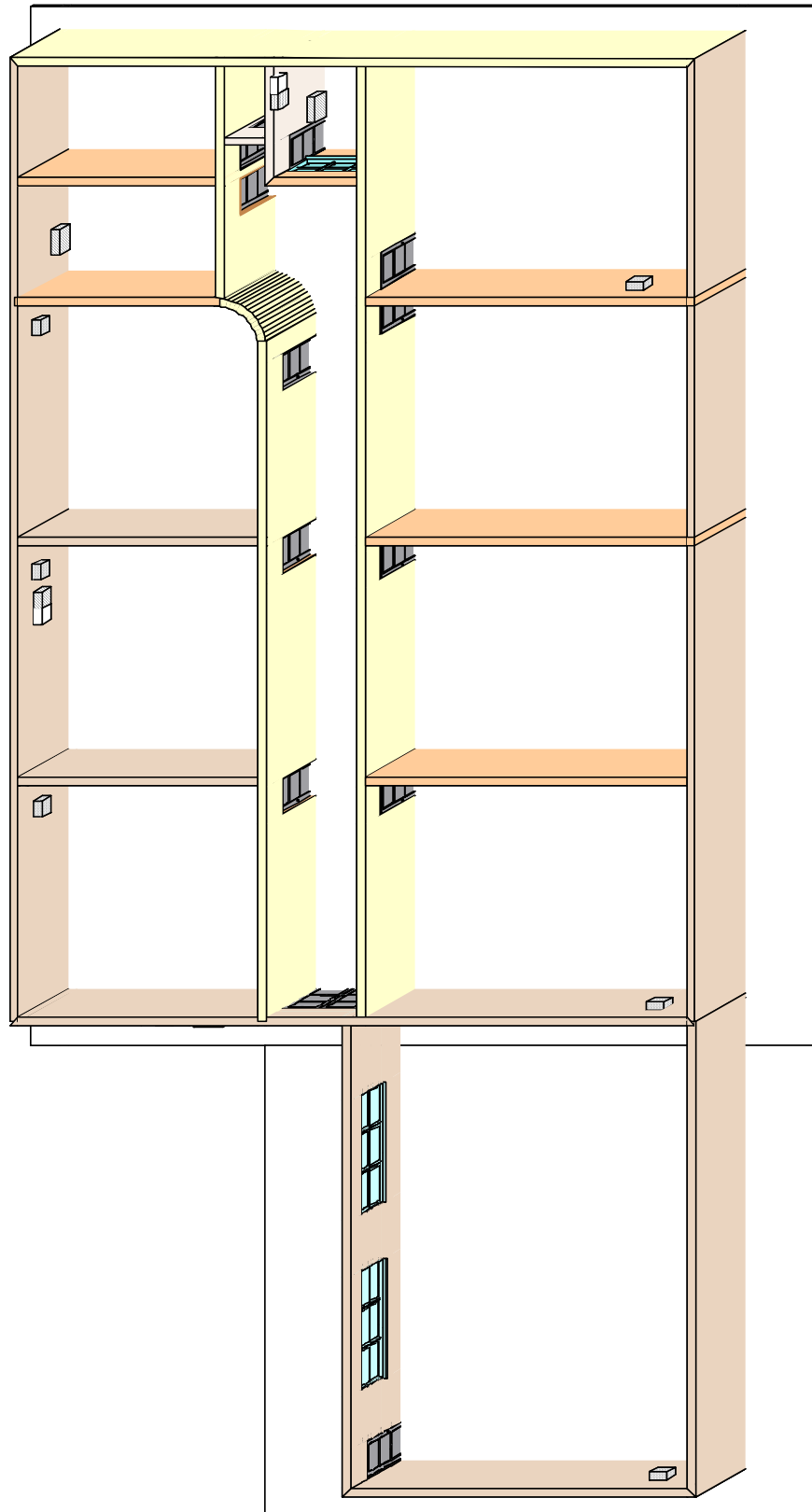
En este anexo se incluyen los planos de las plantas y la perspectiva en tercera dimensión de la ubicación de los equipos PLC que se han propuesto en los capítulos anteriores, así como también, la simbología correspondiente a los distintos elementos de la red diseñada para los laboratorios de electrónica y las oficinas administrativas de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay.



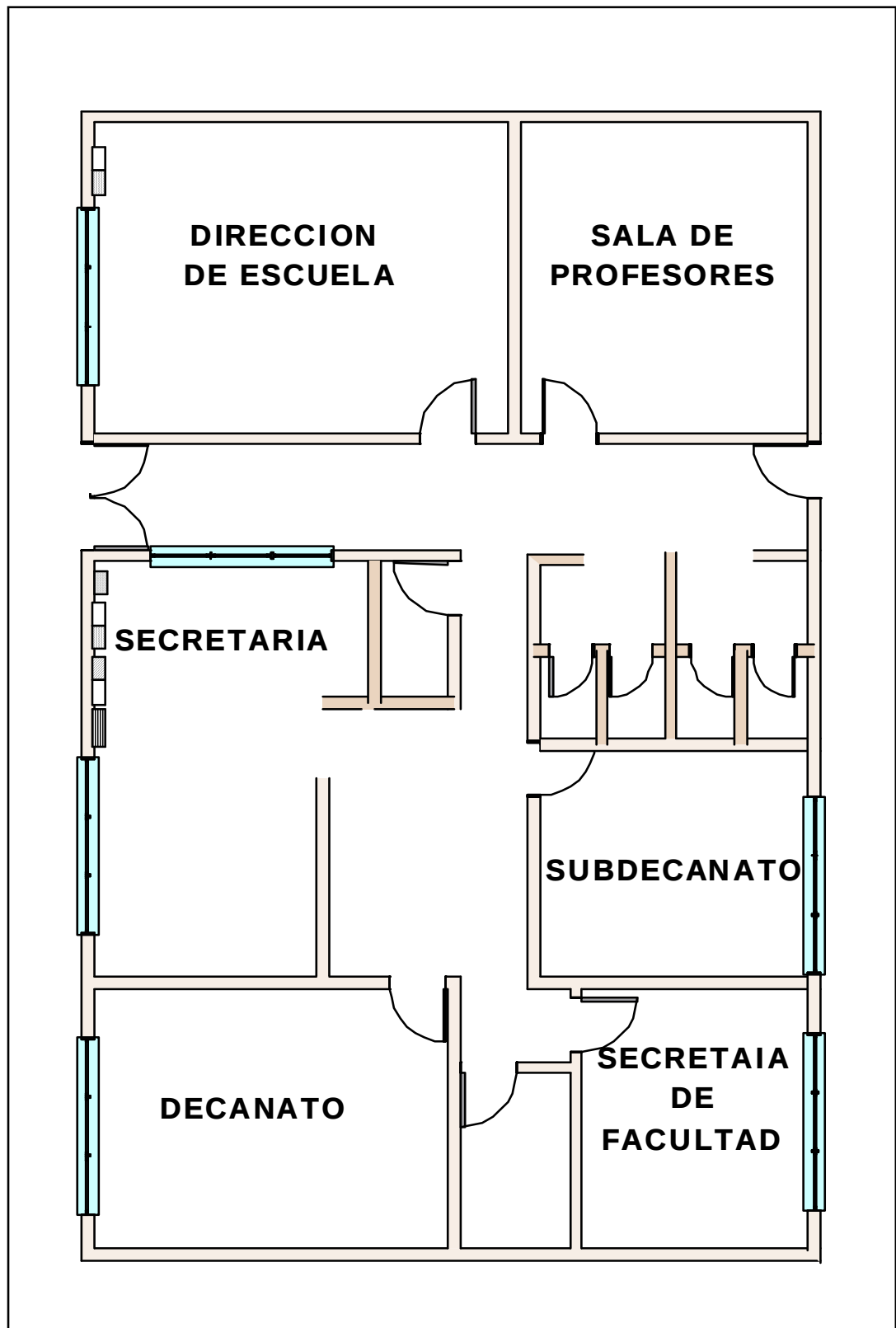
VISTA FRONTAL DEL AREA DE LABORATORIOS



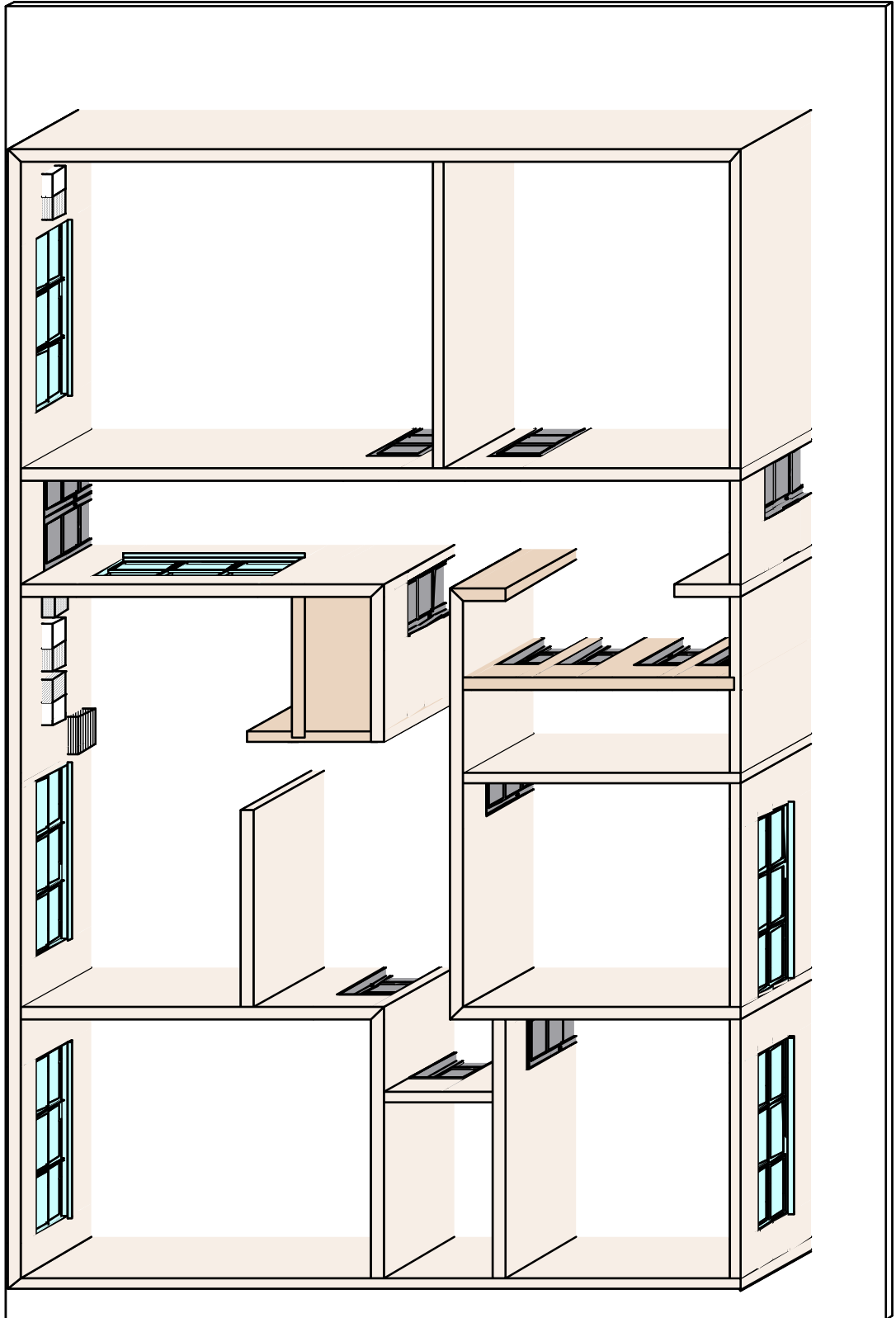
AREA DE LABORATORIOS



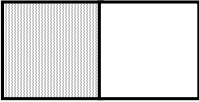
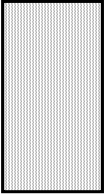
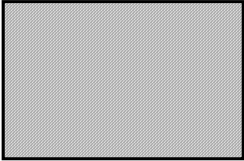
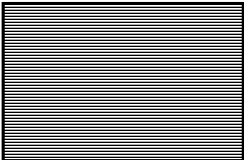
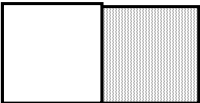
AREA DE LABORATORIOS



AREA ADMINISTRATIVA



AREA ADMINISTRATIVA

SIMBOLOGIA	
	Head - end Repetidor
	Filtro PLC
	Acoplador de fase PLC
	Modem PLC
	Router
	Adaptador Ethernet