



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MONITOREO PARA EL USO ADECUADO DEL SUMINISTRO
ELÉCTRICO UTILIZANDO UNA RED DE DATOS”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

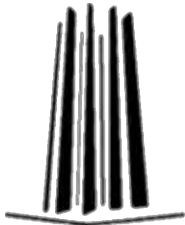
PRESENTA

GERARDO ENRIQUE BUTRÓN MEDINA

DIRECTOR DE TESIS:

DR ALEJANDRO ANTONIO VEGA RAMÍREZ
CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO

2014





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mis padres:

Qué desde pequeño me orientaron por un buen camino, me dieron los mejores consejos para ir desarrollando mi vida, así como todas las oportunidades para lograr mis sueños.

El día de hoy por fin se ve culminado un largo camino que recorrimos los tres juntos, no fue fácil pero gracias a que ustedes siempre estuvieron ahí para apoyarme en los buenos y en los peores momentos es que logré salir adelante y cumplir una de mis principales metas, que fue terminar una carrera.

El día de hoy comienza una nueva etapa en mi vida, la cual emprenderé con mucho entusiasmo, ustedes son mi motivación y toda la fuerza para seguir adelante.

De todo corazón les agradezco infinitamente todas las herramientas que me brindaron y espero que disfruten estos momentos tanto como yo y que sientan el mismo orgullo que yo al ser un universitario mas.

¡Gracias por todo queridos Padres!

A mis hermanas Mónica y Angélica:

Que siempre estuvieron conmigo y que siempre trataron de ayudarme, darme ánimos para seguir adelante y sobre todo luchar por lo que yo quiero, gracias por estar conmigo en los momentos más difíciles y enseñarme que siempre hay que sonreírle a la vida.

Gracias hermanas, espero ustedes también realicen todo lo que se propongan en la vida.

Agradecimientos

A mis maestros:

Que me transmitieron toda su experiencia profesional, así como todos sus conocimientos, que de momentos no comprendía el por qué de sus consejos, pero gracias a ustedes el día de hoy comienzo una nueva aventura en la cual aplicare todo lo que ustedes me han proporcionado.

Gracias por todas las buenas enseñanzas que me brindaron.

Dr. Alejandro Antonio Vega Ramírez:

Agradezco todo el tiempo, consejos, enseñanzas que me transmitió durante mi estadía escolar así como los momentos que se tomo para realizar este trabajo, muchas gracias por su manera de transmitir platicas, comentarios y ese esfuerzo para que se logre una meta más en mi vida.

INDICE

INTRODUCCION.....6

OBJETIVO.....7

1.- ADMINISTRACIÓN DE ENERGÍA.....8

1.1 POTENCIAL DE AHORRO ENERGÉTICO.....8

1.2 SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE ENERGÍA DE EDIFICIOS SAE....8

1.3 VENTAJAS.....9

1.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....9

1.5 PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DEL TERMOSTATO Y MÓDULOS DE RELEVADORES DEL SAE.....9

2.- REDES DE DATOS.....16

2.1 ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE UNA RED.....16

2.2 VENTAJAS DE LAS REDES.....22

2.3 COBERTURA.....23

2.4 TOPOLOGÍAS.....23

2.5 MODELO OSI.....28

2.6 REDES INALAMBRICAS WLAN.....32

2.7 LOS ESTÁNDARES DE WLAN.....34

2.8 ETHERNET.....35

2.8.1 EL PRINCIPIO DE TRANSMISIÓN.....36

2.8.2 TECNOLOGÍA ETHERNET.....36

2.8.3 LA CAPA FÍSICA DE ETHERNET.....37

2.9 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.....	37
2.10 DIRECCIONAMIENTO IP.....	44
3.- SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE PROCESOS.....	47
3.1 ANALIZADORES EG4K.....	48
3.2- SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PQSCADA (SERVIDOR).....	49
3.3 ANÁLISIS DE DATOS.....	50
3.4 SOFTWARE DE ANÁLISIS INVESTIGATOR (CLIENTES).....	51
4.- IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO.....	53
4.1 CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS.....	54
4.2 SIMULACIÓN DE RED.....	56
4.3 COSTO APROXIMADO.....	65
4.4 RESULTADOS REALES EN UNA COMPAÑÍA.....	66
CONCLUSIONES.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69

Introducción

El consumo de energía eléctrica es un parámetro determinante en el desarrollo de un país, por lo que el apropiado manejo de la misma se ha convertido en una necesidad para aumentar la productividad, a través de la aplicación de acciones correctivas en las instalaciones eléctricas.

La concientización para el uso racional de la energía eléctrica y la aplicación de medidas de ahorro de energía, son esenciales para lograr la optimización de los recursos energéticos.

Las áreas de aplicación de las recomendaciones presentadas pueden ser diferentes, debido al equipamiento característico de cada sector, por lo que a continuación indicamos las posibles principales áreas de reducción:

- Industrias: Motores, capacitores, climatización, dimensionamiento de equipos, bombeo de agua, iluminación y manejo de carga.
- Comercios: Climatización, iluminación y conocimiento de para aplicar medidas de conservación de energía.

Objetivo

Se plantea una propuesta aplicada a las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Aragón para el correcto consumo de energía eléctrica utilizando un sistema de administración de energía, para así lograr con el paso del tiempo una reducción en los gastos del consumo de energía eléctrica.

Por medio de un sistema para administrar energía eléctrica se pretende, con base en el análisis y estudio del consumo de la energía, lograr una mejor administración de esta, pero también en la parte económica para las instalaciones de la FES ARAGÓN.

El sistema se va a constituir de analizadores de corriente alterna, los cuales se van a encontrar en cada edificio de la escuela y dependiendo del consumo de energía eléctrica por edificio es el número de analizadores de corriente alterna que se instalarán en la Facultad. Estos dispositivos estarán interconectados por medio de redes LAN, los cuales a su vez mantendrán comunicación inalámbrica o alámbrica de edificio a edificio.

El monitoreo se hará día con día desde el centro tecnológico de la Facultad para tener el conocimiento y así poder determinar los puntos en los cuales se tendrá que establecer un análisis para saber si se tienen que hacer ciertas modificaciones.

Se llevará una más adecuada utilización de la energía con la ayuda de un sistema de administración de energía SAE, el cual funciona en base a horarios para activar o desactivar el flujo de corriente. La idea es que con esta información se conozca en qué momento se desocupan las aulas y todas las áreas de trabajo dentro de la Facultad, para así llevar el control de ciertos lugares que en determinados periodos de tiempo no se ocupan, para contribuir al ahorro de energía eléctrica y así a la larga reducir costos.

Capítulo 1

Administración de energía

La administración de energía tiene como objetivo principal disminuir el consumo y facturación de energía eléctrica del consumidor, a través de la aplicación de acciones correctivas en las instalaciones eléctricas.

Entre sus objetivos específicos están:

- Definir la viabilidad económica de instalar equipos de última generación en reemplazo de equipos estándares.
- Establecer medidas de conservación de energía para satisfacer las necesidades energéticas de la forma más eficiente.
- Integrar la gestión de ahorro de energía en la planificación de la instalación.

1.1 Potencial de ahorro energético

Estos son algunos ejemplos de medidas para obtener una mejor administración de la energía eléctrica:

- Iluminación. Reemplazo de lámparas incandescentes.
- Motores de alta eficiencia en reemplazo de los motores estándar.
- Sistemas de acondicionamiento ambiental. Aire acondicionado y calefacción.
- Dimensionamiento óptimo de equipos eléctricos.
- Conocer el impacto del manejo de carga en el consumo.
- Determinar los aumentos en el consumo debido al envejecimiento de equipos.
- Identificar los espacios y equipos que representan el mayor consumo de la instalación.
- Establecer medidas de conservación de energía.
- Áreas potenciales para el ahorro.

1.2 Sistema de administración de energía de edificios SAE

El Sistema de Administración de Energía de Edificios (SAE) permite controlar de manera automática, de acuerdo a los horarios definidos por el usuario, la operación de cualquier equipo eléctrico (aire acondicionado, luminarias, compresores, bombas, etc.). El control por horarios permite lograr ahorros de energía y reducir la demanda facturable (en el caso de las tarifas horarias), obteniéndose en la mayoría de los casos, para los edificios comerciales, ahorros entre el 10 y 15% en la facturación de energía eléctrica, con tiempos de retorno de inversión menores a 1 año.

El sistema consiste en una estación maestra , la cual puede controlar (control "ON/OFF") un máximo de 40 cargas mediante el uso de módulos de relevadores y 40 equipos de aire acondicionado controlados por termostatos. Tanto los módulos de relevadores como los termostatos pueden comunicarse a la estación maestra de manera alámbrica como inalámbrica.

La configuración de horarios de operación y ajustes de temperatura ("setpoints") en horarios de ocupación y no ocupación (en el caso de los equipos de aire acondicionado operados por termostato), se lleva a cabo de manera amigable utilizando una hoja de Excel. Esta configuración puede ser transferida de la computadora a la estación maestra de manera local a través del puerto serial o vía inalámbrica.

1.3 Ventajas

- Reducción de la facturación eléctrica (ahorro por consumo y demanda).
- Control Inalámbrico (reducción de costos de instalación y mando de obra).
- No se requiere capacitación para la configuración.
- Programación amigable y flexible de horarios de operación para cada uno de los equipos utilizando Excel.
- Expansión del sistema sin necesidad de costosas instalaciones

1.4 Características principales

- Reducción en la facturación y consumo de energía hasta por un 15%.
- Tiempo de retorno de inversión.
- Control automático de acuerdo a los horarios definidos por el usuario, operación de cualquier equipo eléctrico (aire acondicionado, luminarias, compresores, bombas, etc.)

-
- Capacidad de controlar 40 cargas (control ON-OFF) y 40 equipos de aire acondicionado de expansión directa usando termostatos.
 - No se requiere software especial. La configuración se lleva a cabo en una planilla de Excel.

1.5 Procedimiento de instalación del termostato y módulos de relevadores del SAE

Para la instalación del sistema se utilizará principalmente del proveedor ACEE el modulo de relevadores, termostatos , estación maestra y contactores.

Relevador: Es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. (Figura 1.1).



Figura 1.1. Módulo de relevadores ACEE

Termostato: Componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura. (Figura 1.2).



Figura 1.2. Termostato ACEE

Contactor: Un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina, con la posibilidad de ser accionado a distancia. Tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. (Figura 1.3).



Figura 1.3. Contactor de 4 polos

Estación maestra: La estación maestra es generalmente una microcomputadora de altas prestaciones que contiene módulos de software, los cuales consisten en programas de aplicación específicos para llevar a cabo cada una de las tareas de la unidad. Cada módulo de software está interrelacionado con el resto para realizar la adquisición, el procesamiento y el almacenamiento de datos, la presentación de despliegues y alarmas, generación de reportes, envíos de comandos, etc. En la figura 1.4 se pueden apreciar las características de la Estación Maestra ACEE, como lo es el puerto de comunicación RS485, el puerto de Ethernet, el reloj en tiempo real (RTC), 4 entradas digitales, 4 salidas también digitales y 2 entradas analógicas.



Figura 1.4. Estacion maestra ACEE

La serie de pasos a seguir para la instalación del sistema de administración SAE son los siguientes:

- Paso 1: Instalar la estación maestra y energizarla.
- Paso 2: Sustituir los termostatos existentes por los termostatos de ACEE usando herramienta de uso común. Usar los mismos cables de alimentación y control que el termostato original. Realizar prueba de comunicación con la estación maestra. Repetir este procedimiento para cada uno de los termostatos.
- Paso 3: Agregar los contactores que sean necesarios. Instalar y energizar los módulos de relevadores ACEE. Conectar las bobinas de los contactores a los relevadores de los módulos y realizar pruebas de comunicación con la estación maestra. Repetir este procedimiento para cada uno de los módulos de relevadores.

Para la configuración del Sistema de Administración SAE se deberá conectar la estación maestra al nodo de red e instalar en la computadora el software de configuración (*Figura 1.5*).



Figura 1.5. Configuración del Sistema de Administración de Energía.

Para cada uno de los termostatos se define un límite inferior y superior de la temperatura de horarios de ocupación y no ocupación.

- Si la temperatura excede el límite de ocupación operará la etapa de enfriamiento.
- Si la temperatura está por debajo del límite inferior operará la etapa de calefacción.
- Si la temperatura se encuentra dentro de los límites inferior y superior solo operará la ventilación en horarios de ocupación.

La definición de los horarios de ocupación y operación de los equipos controlados por relevadores se llevará a cabo mediante la planilla de Excel. Esta plantilla es viene incluida en el paquete proporcionado por el proveedor. (Figura 1.6).



Figura 1.6. Configuración de sistemas de Administración de Energía SAE.

Para definir los horarios de ocupación se deberán seleccionar las celdas correspondientes, como en la plantilla mostrada, estableciéndose de acuerdo con sus tiempos de operación y de no operación. (Figura 1.7).



Figura 1.7. Configuración definir horarios de ocupación

Cada vez que la estación maestra detecta que se debe llevar a cabo algún cambio en la operación de condición de los equipos controlados, esta envía la acción de control correspondiente.

Por ejemplo si se configurara el alumbrado, los horarios de utilización son los que están de color gris, quedaría de la siguiente forma: (figura 1.8).

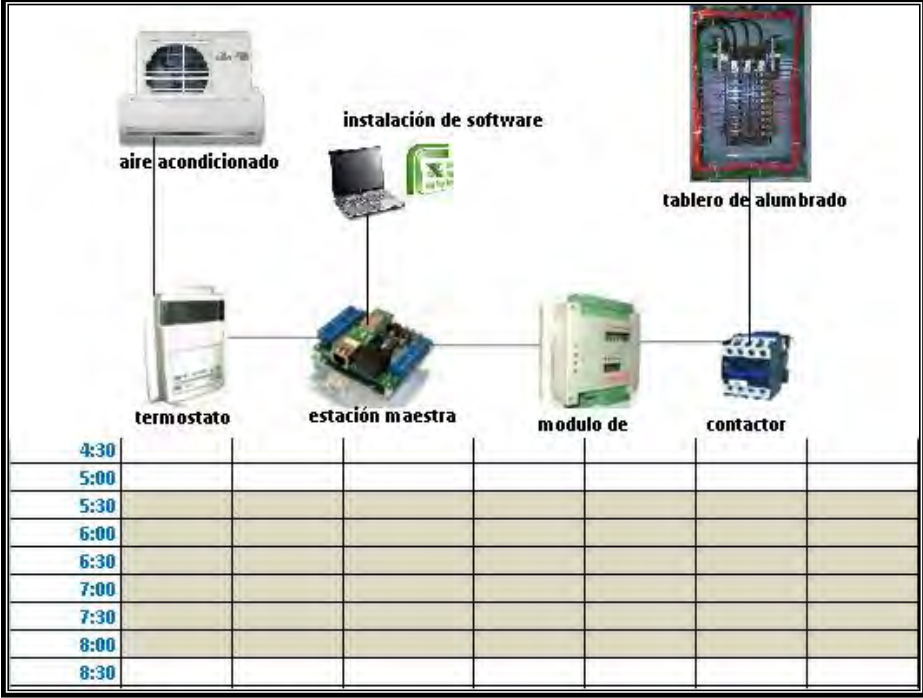


Figura 1.8. Ejemplo de configuración del sistema de alumbrado.

Se le puede hacer la configuración de activación del equipo que se deseé utilizar con base en los horarios establecidos en la planilla de Excel, por ejemplo para el aire acondicionado, las horas de ocupación son las que se encuentran sombreadas. (Figura 1.9).



Figura 1.9. Ejemplo de configuración del sistema de aire acondicionado.

Forma general del Sistema de administración de energía (Figura 1.10).

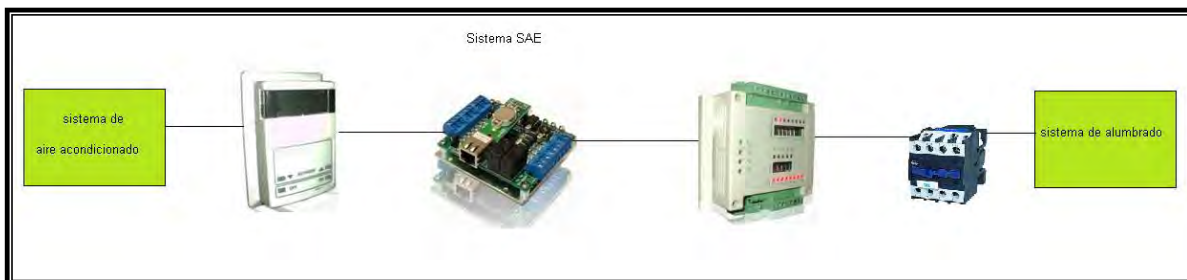


Figura 1.10. Sistema de administración de energía SAE

CAPÍTULO 2

Redes de datos

Se denomina red de datos a aquellas infraestructuras o enlaces de comunicación que se han diseñado específicamente para la transmisión de información mediante el intercambio de dichos datos.

Las redes de datos se diseñan y construyen en arquitecturas que pretenden servir a sus objetivos de uso. Estas redes, generalmente, están basadas en la conmutación de paquetes y se clasifican de acuerdo a su tamaño, la distancia que cubre y su arquitectura física.

2.1 Elementos fundamentales de una red

Al implementar una red es importante conocer los elementos que la componen, para ello, se deben conocer cada uno de estos, los cuales pueden ser: el equipo de cómputo que se estará utilizando (Servidor y Estación de Trabajo), las tarjetas de Interfaz, el cableado para interconectar los equipos y finalmente el sistema operativo. No existe una regla específica sobre la cual conste una base para escoger todos los dispositivos necesarios con lo cual satisfacer adecuadamente la necesidad de construir dicha red. Por el contrario, son los requerimientos lo que darán camino hacia la toma de tal decisión.

Servidor

Es la computadora central que permite compartir recursos y es donde se encuentra alojado el sistema operativo de red, (figura 2.1). Las características más importantes que debe tener este equipo son:

- Suficiente capacidad de procesamiento
- Ranuras de expansión disponibles para un futuro crecimiento
- Disco duro de gran capacidad de almacenamiento para la instalación de todo el software requerido, al menos de 250 GB
- Suficiente memoria RAM para correr las aplicaciones de la red mínimo de 4GB



Figura 2.1. Ejemplo de un servidor

Estación de trabajo

Son microcomputadoras interconectadas por una tarjeta de Interfaz, (figura 2.2). Ellas compartirán recursos del servidor y realizarán un proceso distribuido. Las características que deben tener son:

- Contar por lo menos con una memoria RAM mínima de 2GB
- Ranura de expansión para la colocación de la tarjeta interfaz
- Unidades de disco y puerto USB
- Disco duro para futuros crecimientos



Figura 2.2. Microcomputadora

Tarjeta de interfaz

Las tarjetas de interfaz de red son adaptadores instalados en una computadora, la cual permite sea conectada de esta manera a la red. Son el pilar en el que se sustenta toda red local, y el único elemento imprescindible para enlazar dos equipos de cómputo a buena velocidad. Las hay para distintos tipos de redes. Sus principales características son:

-
- Operan a nivel físico del modelo OSI. Las normas que rigen las tarjetas determinan sus características y su circuitería gestiona muchas de las funciones de la comunicación en red como son:
 - Especificaciones mecánicas: Tipos de conectores para el cable.
 - Especificaciones eléctricas: Métodos de transmisión de la información y las señales de control para dicha transferencia.
 - Método de acceso al medio: Tipo de algoritmo que se utiliza para acceder al cable que sostiene la red. Estos métodos están definidos por las normas 802.x del IEEE.

 - La circuitería de la tarjeta de red determina, antes del comienzo de la transmisión de los datos, elementos tales como velocidad de transmisión, tamaño del paquete, time-out, tamaño de los buffers. Una vez establecidos estos, empieza la verdadera transmisión, realizándose una conversión de datos a transmitir a dos niveles:
 - En primer lugar se pasa de paralelo a serie para transmitirlos como flujo de bits.
 - Seguidamente se codifican y a veces se comprimen para un mejor rendimiento en la transmisión.

 - La dirección física es un concepto asociado a la tarjeta de red. Cada nodo de una red tiene una dirección asignada que depende de los protocolos de comunicaciones que esté utilizando. Habitualmente viene definida de fábrica, por lo que no se puede modificar. Sobre esta se definen otras direcciones, como puede ser la IP para redes que estén funcionando con TCP/IP.

Estas tarjetas, que contienen circuitos lógicos, permiten el enlace entre microcomputadoras, tienen información necesaria para identificar el tráfico y direccionamiento de los datos, además de encargarse de la lectura y transmisión de estos en su transferencia a través de la red. En pocas palabras, manejan cada dato que hay entre las computadoras de una red.

Algunos ejemplos de tarjetas de red son:

- Ethernet
- Arcnet
- Token Ring

Módem

Básicamente realiza la función de intermediario entre el ordenador y la red de comunicación. En ella se encuentran grabados los protocolos de comunicación de la red. En los niveles físicos, enlace de datos y red. Los pasos que sigue para transmitir la información por el medio son las siguientes:

- Determinar la velocidad de transmisión
- La longitud del bloque de información

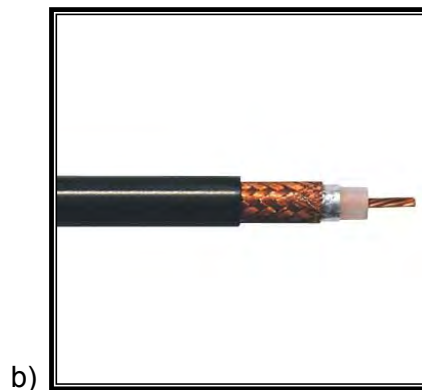
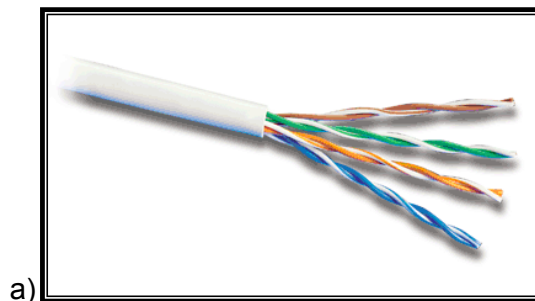
-
- El tamaño de la memoria intermedia, esta información se obtiene a partir de la configuración establecida en el sistema.
 - Convertir el flujo de bits en paralelo a una secuencia en serie.
 - Codificar la secuencia de bits en serie formando una señal eléctrica adecuada.
 - La tarjeta de red conectada al equipo ofrece por la cara que queda visible al exterior, la conexión a la red RJ45, BNC, etc.

Cableado

Puede considerarse como parte del hardware, puesto que es el medio físico a través del cual viajan las señales que llevan datos entre las estaciones de la red. El cable utilizado para formar una red se denomina a veces medio. Los tres factores que se deben tener en cuenta a la hora de elegir un tipo específico para una red son:

- Velocidad de transmisión que se quiere conseguir.
- Distancia máxima entre computadoras que se van a conectar.
- Nivel de ruido e interferencias habituales en la zona que se va a instalar la red.

El cable es el elemento fundamental de cualquier instalación para una red. Los tipos más comunes y más utilizados para esta aplicación son el par trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica, (figura 2.3).



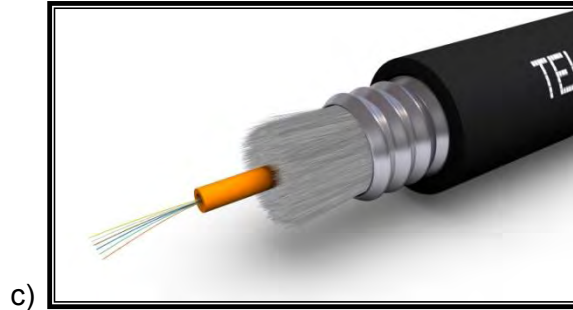


Figura 2.3. Tipos de cable, a) par trenzado, b) coaxial, c) fibra óptica

En principio, el par trenzado se clasifica en función de su estructura, a partir de la cual se tiene:

- **USTP:** Unshielded twisted pair o par trenzado sin blindaje. Son pares trenzados de cable sin blindar que se utilizan para diferentes tecnologías de redes locales. Son de bajo costo y de fácil uso, pero producen más errores que otros tipos y tienen limitaciones para trabajar a grandes distancias sin regeneración de la señal, su impedancia es de 100 Ohms.
- **STP:** Shielded twisted pair o par trenzado blindado. Se trata de cables de cobre aislados dentro de una cubierta protectora, con un número específico de trenzas por una longitud definida. El blindaje se refiere a la cantidad de aislamiento alrededor de un conjunto de cables y, por lo tanto, a su inmunidad al ruido. Se utiliza en redes de cómputo como Ethernet o Token Ring. Es más caro que la versión sin blindaje y su impedancia es de 150 Ohms.
- **FTP:** Foiled twisted pair o par trenzado con blindaje global. son cables en pares que poseen una pantalla conductora global en forma trenzada. Mejora la protección contra interferencias y su impedancia es de 120 Ohms.

Con respecto al cable coaxial, es utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia. Posee dos conductores concéntricos, uno central, encargado de llevar la información, y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla, blindaje o trenza, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes. Entre ambos se encuentra una capa aislante llamada dieléctrico, de cuyas características dependerá principalmente la calidad del cable. Todo el conjunto está protegido por una cubierta aislante. El conductor central puede estar constituido por un alambre sólido o por varios hilos retorcidos de cobre, mientras que el exterior puede ser una malla trenzada, una lámina enrollada o un tubo corrugado de cobre o aluminio.

Para el caso de la fibra óptica, se trata de un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos. Es un hilo muy fino de material transparente, el cual puede ser vidrio o un material plástico, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el

interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del límite total. La fuente de luz puede ser un emisor láser o un LED.

El sistema de cableado está formado por todos los componentes físicos que externamente conectan a las computadoras entre sí. Están determinados por varios factores como lo son el tipo de medio de transmisión, la topología y los conectores.

El tipo de medio influye tanto en el rendimiento como en las prestaciones que se le pueden pedir a la red. Cada uno de ellos tiene características propias de velocidad de transferencia de datos y de ancho de banda.

La topología suele determinar la seguridad y el costo de la instalación, aunque en su elección influye también la disposición geográfica de los dispositivos de red, así como los protocolos de comunicación que deban ser utilizados.

Sistema operativo

Los sistemas operativos de red, además de incorporar herramientas propias como son por ejemplo las herramientas para manejo de archivos y directorios, incluyen otras para el uso, gestión y mantenimiento de la red, así como herramientas destinadas a correo electrónico, envío de mensajes, copia de archivos entre nodos, ejecución de aplicaciones contenidas en otras máquinas, compartición de recursos hardware etc. En resumen, es el software que se encarga de administrar los recursos que se estarán compartiendo (Discos Duros, impresoras, etc.) y a los usuarios. Existen muchos de estos sistemas que son capaces de gestionar una red dependiente de las arquitecturas de las máquinas que se utilicen.

Otros elementos físicos

Para implementar una red de área local (LAN: Local Area Network), se requieren de elementos de cierta importancia. Los más significativos son:

➤ **Baluns y transceptores**

Son capaces de canalizar la señal pasándola de coaxial a UTP, o en general a cualquier tipo de cables, sean o no trenzados. La utilización de este tipo de elementos produce pérdidas de señal.

➤ **Rack**

Es un armario que recoge de modo ordenado las conexiones de toda o una parte de la red.

➤ **Latiguillos**

Son cables cortos utilizados para prolongar los cables entrantes o salientes del rack.

➤ **Canaleta**

Es una estructura metálica o de plástico adosada al suelo o a la pared que alberga en su interior todo el cableado de red, de modo que el acceso a cualquier punto de éste sea más organizado y se eviten deterioros indeseados en los cables.

➤ **Placas de conectores y rosetas**

Son conectores que se insertan en las canaletas o se adosan a la pared y que sirven de interfaz entre el latiguillo que lleva la señal al nodo y el cable de red.

➤ **Elementos para la interconexión de redes**

La conexión de un equipo de cómputo a la red se debe realizar a través de unos dispositivos específicos llamados adaptadores, que convierten la señal digital en otra adecuada para ser transmitida. Estos adaptadores se pueden conectar a los distintos puertos del equipo.

➤ Puerto serie

Actualmente sólo se utiliza para conectar módems externos u otros dispositivos periféricos (ratón, impresora, etc.)

➤ Puerto paralelo

No se utiliza para interconexión de redes. Está reservado para la impresora.

➤ Puerto USB

Adecuado para gran variedad de dispositivos, tanto para uso en redes como con otros periféricos.

➤ **Transceptor**

Es el dispositivo encargado de dar acceso al medio de red cuando la computadora desea enviar o recibir datos. También se encarga de detectar la señal portadora que circula por el medio y las colisiones que se pueden producir.

2.2 Ventajas de las redes

Es importante mencionar que las redes de comunicaciones no son simples conexiones que permiten a un usuario acceder a recursos que se encuentran residentes en otras computadoras. En ocasiones, la instalación de una red local está justificada simplemente como un medio para compartir dispositivos periféricos, por ejemplo, una unidad de disco

duro de gran capacidad o un grupo de discos, los cuales pueden ser utilizados por todo un grupo de trabajo o departamento. Además, la inversión en dispositivos caros como impresoras láser de alta calidad, unidades de módem de alta velocidad o fax, unidades de CD-ROM, impresoras de color, etc., se reduce considerablemente.

Para el caso de las redes de cobertura amplia, que implica la comunicación entre varias redes locales, se distinguen dos componentes básicos: Las líneas de transmisión y los elementos de intercambio, o conmutación. Estos componentes son computadoras especializadas que se utilizan para conectar a dos o más redes a través de estas líneas de transmisión.

Otra forma de lograr una red de cobertura amplia sin el uso de líneas de transmisión físicas es a través de enlaces por satélite o sistemas de radiofrecuencias.

2.3 Cobertura

Los principales tipos de redes son:

- Red de Área Local (LAN): este tipo de redes suele ser limitado, permitiendo la conexión de equipos dentro de un único edificio, oficina o campus, y la mayoría son de propiedad privada.
- Red de Área Metropolitana (MAN): Estas redes están diseñadas para la conexión de equipos dentro de una ciudad entera. Una MAN puede ser una única red que interconecte varias LAN, lo que da como resultado una red de mayor tamaño. Por ello, una MAN puede ser propiedad exclusivamente de una misma compañía, o puede ser una red de servicio público que conecte redes públicas y privadas.
- Red de Área Extensa (WAN): Las WAN son aquellas que proporcionan un medio de transmisión a través de grandes extensiones geográficas (regional, nacional e incluso internacional). Estas redes generalmente utilizan recursos de servicio público y privado, que pueden extenderse alrededor del globo.

2.4 Topologías

La topología de una red define únicamente la distribución de las diferentes computadoras así como del cable que las interconecta, es decir, es el mapa de distribución del cable que forma la intranet. Especifica cómo se organiza el cableado de las estaciones de trabajo. A la hora de implementar una red, es importante seleccionar la topología más adecuada a las necesidades existentes.

Hay una serie de factores a tener en cuenta al momento de decidirse por una topología de red concreta, las cuales son:

-
- La distribución de los equipos a interconectar.
 - El tipo de aplicaciones que se van a ejecutar.
 - La inversión que se quiere hacer.
 - El costo que se quiere dedicar al mantenimiento y actualización de la red.
 - El tráfico que va a soportar la red.
 - La capacidad de expansión. Se debe diseñar una intranet teniendo en cuenta la escalabilidad.

No se debe confundir el término topología con el de arquitectura, ya que esta última se refiere a:

- La topología.
- El método de acceso al cable.
- Protocolos de comunicaciones.

Actualmente la topología está directamente relacionada con el método de acceso al cable, puesto que éste depende casi estrechamente con la tarjeta de red.

Clasificación de topologías

Existen varios tipos de topologías que son útiles para la configuración de redes, las cuales son:

- Estrella
 - Bus
 - Anillo
 - Malla
-
- Topología en estrella.

Sus principales características son:

- Todas las estaciones de trabajo están conectadas a un punto central (concentrador), formando una estrella física, (figura 2.4).
- Habitualmente se utiliza como método de acceso al medio el polling que consiste llamar una estación para que transmita o disponga a recibir un mensaje que requiere un control centralizado y de todas las estaciones de la red una red que utiliza el método polling tiene dos tipos de estaciones, entre la estación principal y la estaciones secundarias a ella cada estación secundaria dispone de una área de estacionamiento temporal o buffer. cuando una estación secundaria desea transmitir un mensaje lo envía a este buffer donde permanece hasta que la estación central pide que le sea transmitida la estación central llamada a las estaciones secundarias de una en una para determinar si hay alguna que tenga un mensaje a transmitir.

si la respuesta es afirmativa se autoriza a la estación secundaria para que transmita inmediatamente le asigna un determinado tiempo para que lleve a cabo la transmisión si la estación no tiene mensaje para transmitir a de constar mediante un pequeño mensaje de control. Siendo el nodo central el que se encarga de implementarlo.

- Cada vez que se quiere establecer comunicación entre dos computadoras, la información transferida de una hacia la otra debe pasar por el punto central.
- Existen algunas redes con esta topología que utilizan como punto central una estación de trabajo que gobierna la red.
- La velocidad suele ser alta para comunicaciones entre el nodo central y los nodos extremos, pero es baja cuando se establece entre estos últimos.
- Este tipo de topología se utiliza cuando el trasiego de información se va a realizar preferentemente entre el nodo central y el resto, y no cuando la comunicación se hace entre los nodos extremos.
- Si se rompe un cable sólo se pierde la conexión en ese enlace.
- Es fácil de detectar y de localizar un problema en la red.

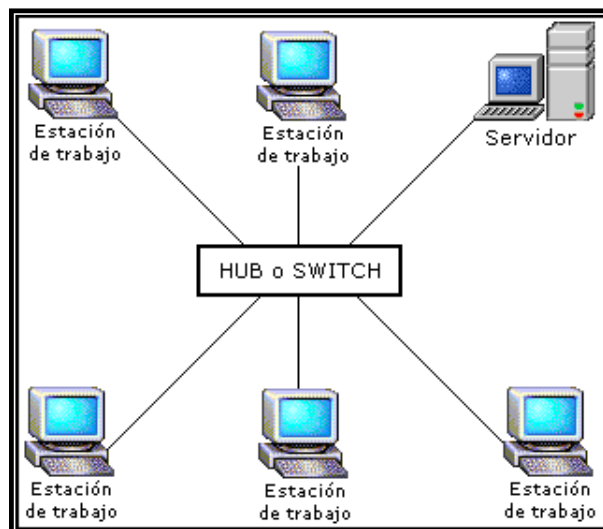


Figura 2.4. Topología estrella.

- Topología en Bus.

Consta de un único cable que se extiende de una computadora a la siguiente de un modo serie, (figura 2.5). Los extremos se terminan con una resistencia denominada terminadora que, además de indicar que no existen más equipos en el extremo, permite cerrar el bus.

Las principales ventajas de esta topología son:

-
- Fácil de instalar y mantener.
 - No existen elementos centrales de los que dependa toda la red, cuyo fallo dejaría inoperables a todas las estaciones.

Sus principales inconvenientes son:

- Si se rompe el cable en algún punto, la red queda inoperable por completo.
- Cuando se decide implementar una red de este tipo en un edificio con varias plantas, lo que se hace es instalar una por planta y después unirlas todas a través de un bus troncal.

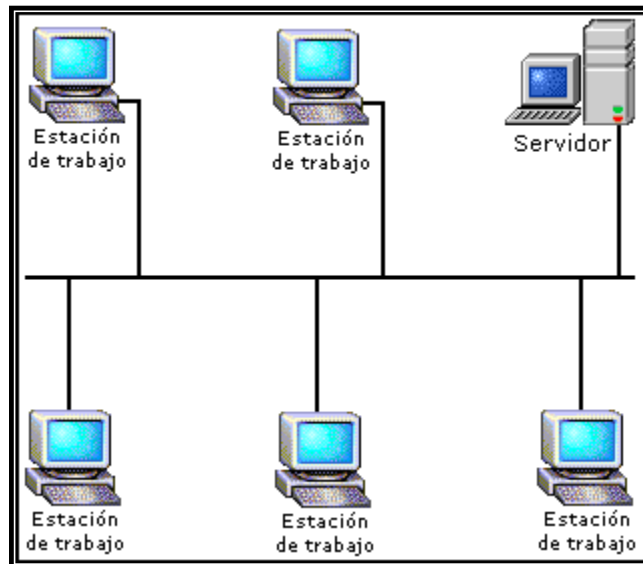


Figura 2.5 Topología Bus.

- Topología en anillo.

Las principales características de esta topología son:

- El cable forma un bucle cerrado formando un anillo.
- Todas las computadoras que forman parte de la red se conectan a ese anillo.
- Habitualmente las redes en anillo utilizan como método de acceso al medio el modelo "paso de testigo", (figura 2.6).

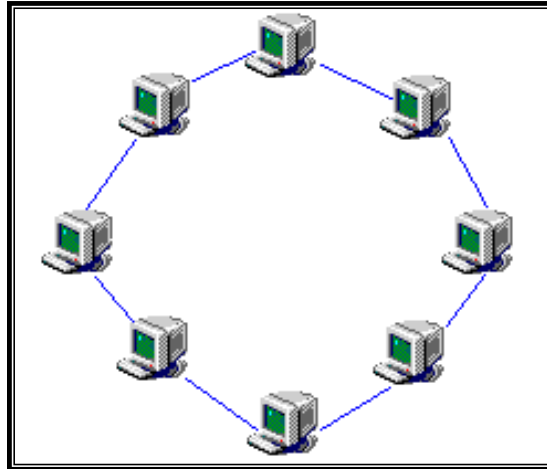


Figura 2.6 Topología Anillo.

Sus principales inconvenientes son:

- Si se rompe el cable que forma el anillo se paraliza toda la red.
- Es difícil de instalar.
- Requiere mantenimiento
- Topología en malla.

Se trata de un circuito o camino de transmisión dentro de una red. Puesto que existe más de un camino entre los nodos, esta topología ofrece redundancia en caso de falla o congestión. La topología de malla total ocurre cuando todos los nodos están directamente conectados entre sí. También se le denomina malla completa.

Las ventajas son:

- Como todos los nodos se conectan físicamente entre sí, se crea una conexión redundante.
- Si algún enlace deja de funcionar, la información puede circular a través de otros hasta llegar a destino.
- Además, esta topología permite que la información circule por varias rutas a través de la red.

La desventaja física principal es:

- Sólo funciona con una pequeña cantidad de nodos, ya que de lo contrario si se incrementa el número de medios necesarios para los enlaces así como el de conexiones, esta red se torna abrumadora, (figura 2.7).

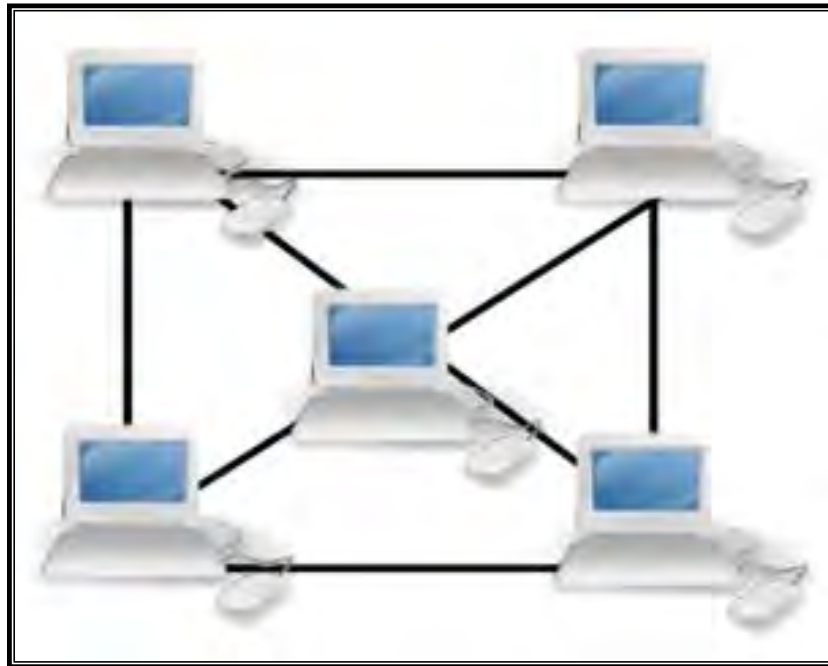


Figura 2.7 Topología Malla.

2.5 Modelo OSI

Este modelo define los servicios y los protocolos que posibilitan la comunicación entre los componentes de las redes. Se divide en 7 niveles diferentes y cada uno se encarga de inconvenientes de distinta naturaleza, interrelacionándose con los niveles contiguos, (figura 2.8.) Cada nivel se abstrae de las dificultades que los niveles inferiores solucionan para dar respuesta a otro problema, del que se desentenderán a su vez los niveles superiores.

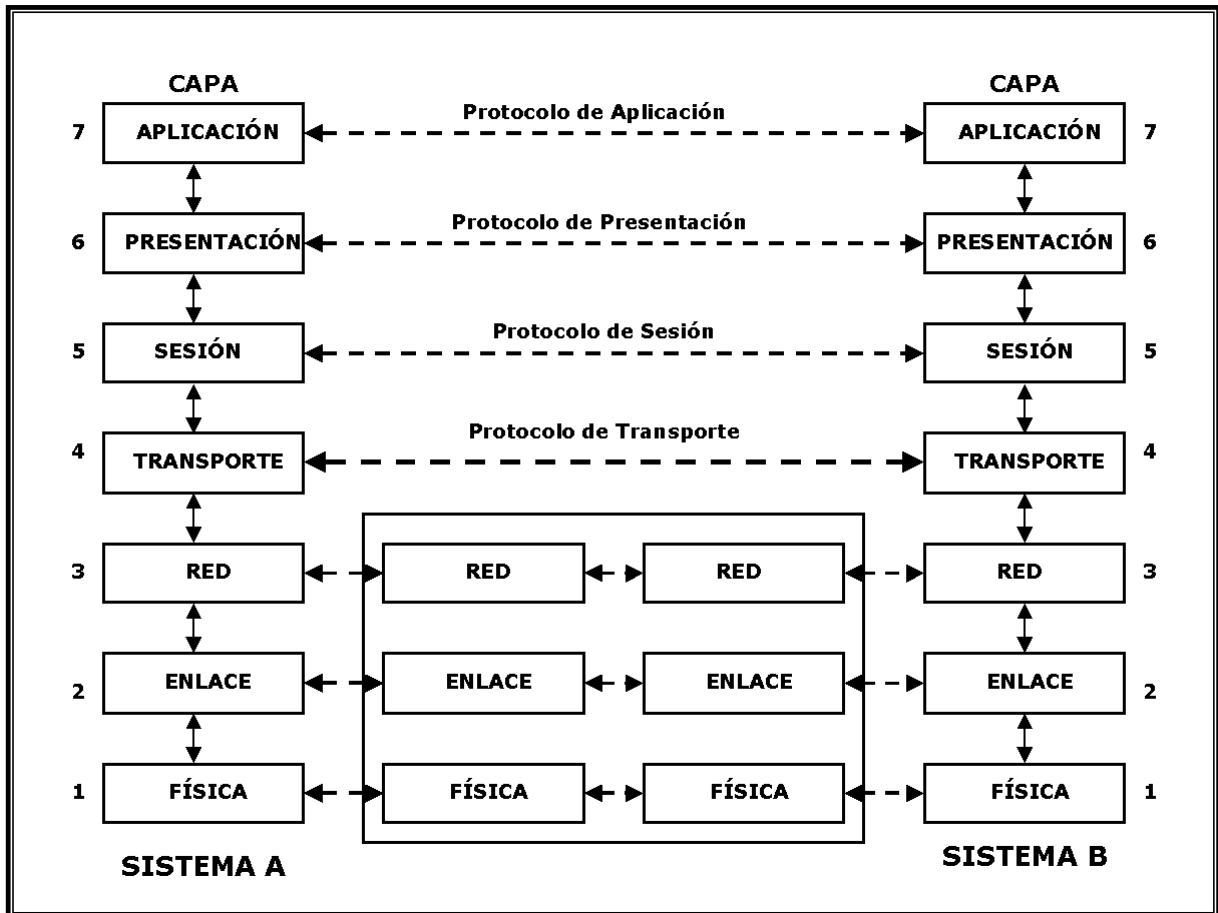


Figura 2.8 Estructura del modelo OSI.

Cada capa individual del modelo OSI tiene un conjunto de funciones que debe realizar para que los paquetes de datos puedan viajar en la red desde el origen hasta el destino.

Las cuatro capas inferiores, Física, de Enlace de Datos, de Red y de Transporte, se van a encargar de la transmisión de la información, lo que incluye la segmentación, empaquetamiento, enrutamiento, verificación y transmisión por los medios físicos, sin importar el tipo de datos que se transmiten ni la aplicación que los envía o recibe.

Por su parte, las tres capas superiores, de Sesión, de Presentación y de Aplicación, se encargan del establecimiento del enlace de comunicación entre funciones, del formateo, cifrado y compresión de datos y del suministro de los mismos a las actividades de usuario de forma adecuada.

Se puede decir que la filosofía de este modelo se basa en la idea de dividir un problema grande (la comunicación en sí), en varios pequeños, independizándolos del resto. Es un método parecido a las cadenas de montaje de las fábricas; los niveles se asemejan a un grupo de operarios de una cadena, y cada nivel supone que los anteriores han solucionado problemas de los que él se abstraerá para dar solución a unos nuevos, de los que se abstendrán los niveles superiores.

Con lo anterior se pueden establecer 3 entornos bien definidos:

- El de red, que se ocupa de los protocolos y normas relacionados con los diferentes tipos de redes de comunicación y datos subyacentes.
- El de OSI, que comprende el entorno de red y añade otros protocolos y normas orientados a aplicaciones que permiten a las computadoras comunicarse abiertamente entre sí.
- El de sistemas reales, que se construye sobre el entorno OSI y se ocupa del software y servicios propietarios de un fabricante, con el fin de ejecutar una tarea de procesamiento de información distribuida específica.

Capas del modelo OSI

Para poder simplificar el estudio y la implementación de la arquitectura necesaria, la ISO (Organización Internacional para la Estandarización) divide el modelo de referencia OSI en capas, entendiéndose por "capa" una entidad que realiza de por sí una función específica. Cada una define los procedimientos y las reglas, protocolos normalizados, que los subsistemas de comunicaciones deben seguir, para poder comunicarse con los procesos correspondientes de los otros sistemas. Esto permite que un proceso que se ejecuta en una computadora, pueda comunicarse con uno similar en otro equipo, siempre y cuando tengan implementados los mismos protocolos de comunicaciones de las capas OSI.

Las siete capas del modelo están enumeradas desde la inferior (capa No. 1: Física) hasta la superior (No. 7: Aplicación). A continuación se define cada una de ellas:

- Física

Este nivel define la forma de los cables, su tamaño, voltajes bajo los cuales operan, etc.

- Enlace de datos

Aquí se ubica el estándar Ethernet, se define el formato de las tramas, sus cabeceras, etc. En este nivel se manejan las direcciones MAC (Media Access Control) que son las que identifican a las tarjetas de red de forma única, (figura 2.9).



Figura 2.9 Capas del modelo OSI

➤ Red

En esta capa se ubica el protocolo IP. Es la encargada del enrutamiento y de dirigir los paquetes IP de una red a otra. Aquí es donde normalmente los “routers” se encuentran. El protocolo ARP (Address Resolution Protocol) es el utilizado para mapear direcciones IP a direcciones MAC.

➤ Transporte

En esta capa existen 2 protocolos, el TCP (Transmission Control Protocol) y el UDP (User Datagram Protocol). Se encargan de dividir la información que envía el usuario en paquetes de tamaño aceptable para la capa inferior. La diferencia entre

ambos es sencilla, el TCP está orientado a conexión, es decir, esta se establece y se libera. Mientras dura una conexión hay un control de lo que se envía y por lo tanto se puede garantizar que los paquetes llegan y están ordenados. El UDP no hace nada de lo anterior, los paquetes solo se envían, el protocolo se despreocupa si llegan en buen estado. Se usa para enviar datos pequeños y rápidamente, mientras que el TCP añade una sobrecarga al tener que controlar los aspectos de la conexión pero asegura la transmisión libre de errores.

➤ Sesión

En esta capa de sesión se define el formato de los datos que se envían mediante los protocolos de nivel inferior.

➤ Presentación

Trata de ordenar los datos de una forma estándar ya que existen equipos que no usan el mismo formato. Este estándar define pues una forma común para todos de tal forma que dos computadoras de distinto tipo se entiendan.

➤ Aplicación

Da servicio a los usuarios finales. Mail, FTP, Telnet, DNS, NIS, NFS son distintas aplicaciones que se encuentran en esta capa.

2.6 Redes inalámbricas WLAN

Una red inalámbrica de área local, o WLAN (Wireless LAN), utiliza ondas de radio electromagnéticas para enlazar, mediante un adaptador, los equipos conectados a la red, en lugar de los cables coaxiales o de fibra óptica que se utilizan en las LAN convencionales.

Las redes locales inalámbricas más que una sustitución de las LAN convencionales son una extensión de las mismas, ya que permiten el intercambio de información entre los distintos medios de transmisión en una forma transparente al usuario. Por esta razón, el objetivo fundamental de las WLAN es el de proporcionar las facilidades no disponibles en los sistemas cableados y formar una red total donde coexistan los dos tipos de sistemas. Esto permite el enlace de los diferentes equipos o terminales móviles asociados a tal red. Este hecho proporciona al usuario una gran movilidad sin perder conectividad. El atractivo fundamental de este tipo de redes es la facilidad de instalación y el ahorro que supone la supresión del medio de transmisión cableado. Aún así sus prestaciones son menores en lo referente a la velocidad de transmisión, que se sitúa entre los 2 y los 10 Mbps frente a los 10 y hasta los 100 Mbps ofrecidos por una red convencional.

Las redes inalámbricas son la alternativa ideal para hacer llegar una red tradicional a lugares donde el cableado no lo permite. En general las WLAN son utilizadas como complemento de las redes fijas.

Las redes inalámbricas se han extendido rápida y ampliamente a pesar de la recesión en la economía de las telecomunicaciones en el mundo, (figura 2.10).

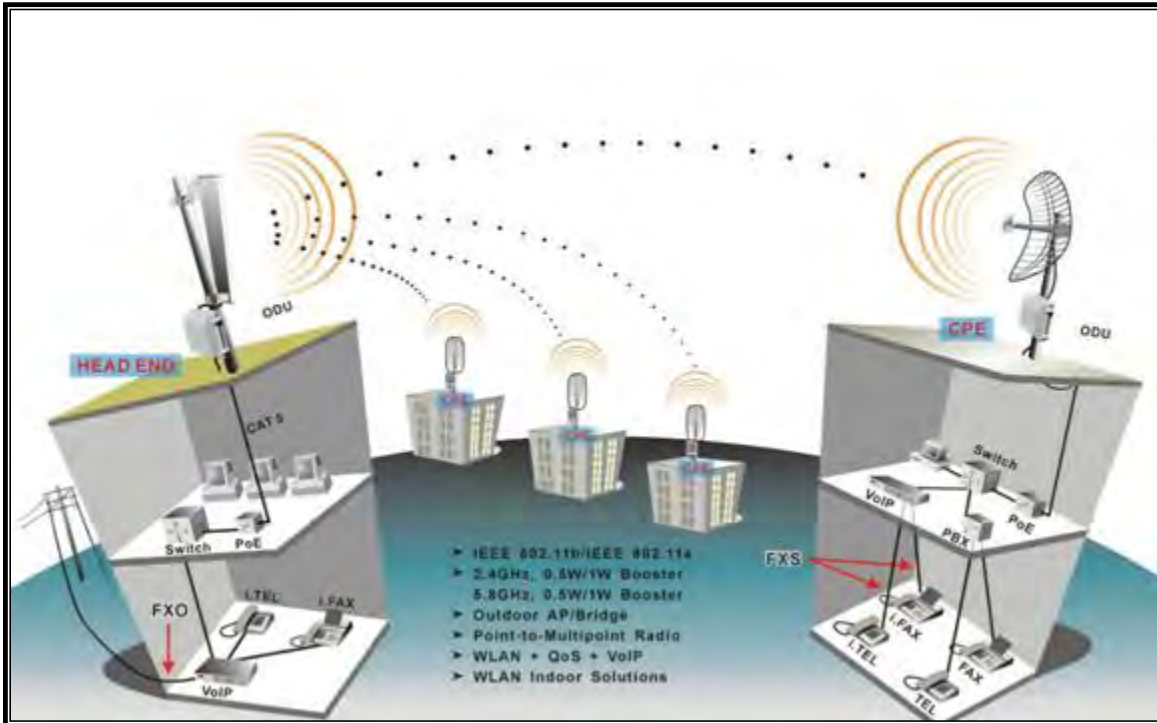


Figura 2.10 Red WLAN

En sus inicios, las aplicaciones de las redes inalámbricas fueron confinadas a industrias y grandes almacenes. Hoy en día, las WLAN son instaladas en universidades, oficinas, hogares y hasta en espacios públicos. Típicamente consisten de computadoras portátiles, o de escritorio, que se conectan a dispositivos fijos llamados puntos de acceso, o access points, vía señales de radiofrecuencia, (figura 2.11). Las implementaciones de las WLAN abarcan todas las modalidades posibles, desde las redes personales, PAN: Personal Area Networks, las metropolitanas, MAN: Metropolitan Area Network, hasta las de cobertura amplia, WAN: Wide Area Networks. Las PAN son redes inalámbricas de corto alcance, generalmente para uso en interiores a pocos metros. Mientras que las del tipo WAN y MAN consisten en torres y antenas que transmiten ondas de radio o usan tecnología de microondas para conectar redes de área local, utilizando enlaces punto-punto y punto-multipunto.

Expertos en el campo siguen haciendo énfasis en los problemas inherentes de las tecnologías inalámbricas, tales como las limitaciones de ancho de banda disponible, problemas con interferencia y seguridad de la información transmitida.

Sin embargo, muchas de esas barreras que han inhibido el crecimiento de la tecnología inalámbrica están siendo resueltas. Se están superando las cuestiones que giraron alrededor de la estandarización y un número creciente de compañías están ofreciendo una variedad de soluciones de hardware y software.

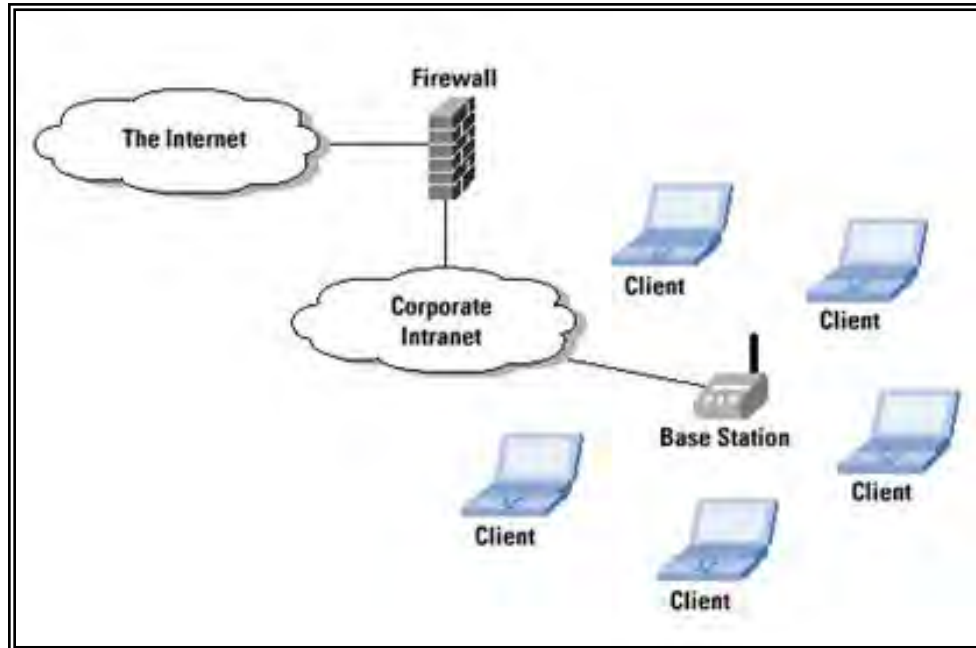


Figura 2.11 Red Inalámbrica.

2.7 Los estándares de WLAN

Los estándares son desarrollados por organismos reconocidos internacionalmente, tal es el caso de la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) y la ETSI (European Telecommunications Standards Institute). Una vez desarrollados se convierten en la base de los fabricantes para desarrollar sus productos.

Entre los principales estándares se encuentran:

- IEEE 802.11: El estándar original de WLANs que soporta velocidades entre 1 y 2 Mbps.
- IEEE 802.11a: El estándar de alta velocidad que soporta velocidades de hasta 54 Mbps en la banda de 5 GHz.
- IEEE 802.11b: El estándar dominante de WLAN, conocido también como Wi-Fi, que soporta velocidades de hasta 11 Mbps en la banda de 2.4 GHz.
- HiperLAN2: Estándar que compite con IEEE 802.11a al soportar velocidades de hasta 54 Mbps en la banda de 5 GHz.
- HomeRF: Estándar que compite con el IEEE 802.11b que soporta velocidades de hasta 10 Mbps en la banda de 2.4 GHz.

2.8 Ethernet

Ethernet es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que se basa en el siguiente concepto: Todos los equipos en una red Ethernet están conectados a la misma línea de comunicación compuesta por cables cilíndricos.

Se distinguen diferentes variantes de tecnología Ethernet según el tipo y el diámetro de los cables utilizados, los cuales se muestran en la tabla 2.1:

Tabla 2.1 Variantes de la tecnología Ethernet

Abreviatura	Nombre	Cable	Conector	Velocidad	Puertos
10Base2	Ethernet delgado (Thin Ethernet)	Cable coaxial (50 Ohms) de diámetro delgado	BNC	10 Mb/s	185 m
10Base5	Ethernet grueso (Thick Ethernet)	Cable coaxial de diámetro ancho (10,16 mm)	BNC	10Mb/s	500 m
10Base-T	Ethernet estándar	Par trenzado (categoría 3)	RJ-45	10 Mb/s	100 m
100Base-TX	Ethernet veloz (Fast Ethernet)	Doble par trenzado (categoría 5)	RJ-45	100 Mb/s	100 m
100Base-FX	Ethernet veloz (Fast Ethernet)	Fibra óptica multimodo (tipo 62,5/125)		100 Mb/s	2 km
1000Base-T	Ethernet Gigabit	Doble par trenzado (categoría 5)	RJ-45	1000 Mb/s	100 m
1000Base-LX	Ethernet Gigabit	Fibra óptica monomodo o multimodo		1000 Mb/s	550 m
1000Base-SX	Ethernet Gigabit	Fibra óptica multimodo		1000 Mbit/s	550 m
10GBase-SR	Ethernet de 10 Gigabits	Fibra óptica multimodo		10 Gbit/s	500 m
10GBase-LX4	Ethernet de 10 Gigabits	Fibra óptica multimodo		10 Gbit/s	500 m

Ethernet es una tecnología muy usada ya que su costo no es muy elevado.

2.8.1 El principio de transmisión

Todos los equipos de una red Ethernet están conectados a la misma línea de transmisión y la comunicación se lleva a cabo por medio de la utilización un protocolo denominado CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect), que significa que es un protocolo de acceso múltiple que monitorea la portadora y detecta colisiones.

Con este protocolo cualquier equipo está autorizado a transmitir a través de la línea en cualquier momento y sin ninguna prioridad entre ellos. Esta comunicación se realiza de manera simple:

- Cada equipo verifica que no haya ninguna comunicación en la línea antes de transmitir.
- Si dos equipos transmiten simultáneamente, entonces se produce una colisión, esto es, varias tramas de datos se ubican en la línea al mismo tiempo.
- Los dos equipos interrumpen su comunicación y esperan un período de tiempo aleatorio. Luego, una vez que el primero ha excedido este período, puede volver a transmitir.

Este protocolo se regula con las condiciones siguientes:

- Los paquetes de datos deben tener un tamaño máximo.
- Debe existir un tiempo de espera entre dos transmisiones.
- El tiempo de espera varía según la frecuencia de las colisiones.
- Luego de la primera colisión, un equipo espera una unidad de tiempo.
- Luego de la segunda colisión, un equipo espera dos unidades de tiempo.
- Luego de la tercera colisión, un equipo espera cuatro unidades de tiempo.

2.8.2 Tecnología Ethernet

Ethernet se refiere solamente a las dos primeras capas del modelo OSI. Estas son la física, es decir, el cableado y las interfaces físicas, y la de enlace, que proporciona direccionamiento local de detección de errores y controla el acceso a la capa física. Una vez conocidas estas características físicas necesarias, el fabricante del adaptador está en condiciones de que su producto se integre en una red sin problemas. También se encarga de proporcionar los controladores de bajo nivel adecuados para cada sistema operativo que debe utilizar el adaptador.

2.8.3 La capa física de ethernet

Los elementos que constituyen la capa física de Ethernet son de dos tipos:

- Activos: Generan y/o modifican señales.

Por ejemplo:

- Transceptores
- Repetidores
- Repetidores multipuerto (Hubs).

- Pasivos: Simplemente transmiten la señal.

Por ejemplo:

- Cables
- Jacks / Conectores

2.9 Protocolos de comunicación

Los protocolos de comunicaciones definen las normas que posibilitan que se establezca una comunicación entre varios equipos o dispositivos, ya que estos equipos pueden ser diferentes entre sí. Un interfaz es la encargada de la conexión física entre los equipos, definiendo las normas para las características eléctricas y mecánicas de la conexión.

Todos los protocolos y estándares que se consolidan como propios de Internet han de ser organizados y dirigidos de alguna manera. Esta es la misión principal del IETF (Internet Engineering Task Force), que es una gran comunidad de carácter abierto formada por diseñadores de redes, operadores, usuarios, etc. Todos los protocolos agrupados normalmente bajo el nombre TCP/IP son estándares de Internet cuyo desarrollo depende del IETF. Las actividades que realiza el IETF se dividen en distintos grupos, llamados Working Groups (WG) con finalidades específicas, los cuales se clasifican en distintas áreas comunes (Aplicaciones, seguridad, estandarización, servicios de transporte, etc.). El IESG (Internet Engineering Steering Group) se encarga de coordinar y dirigir al IETF por medio de los directores de área, que controlan las actividades número de los Working Groups que se encuentren dentro de cada área.

Las tareas de coordinación de los números asignados a los distintos protocolos de Internet están a cargo de IANA (Internet Assigned Numbers Authority). Los protocolos definidos por el IETF y su grupo de dirección correspondiente IESG contienen ciertos valores tales como: direcciones de Internet, números de protocolos y de puertos, nombres por dominio, etc. La funcionalidad de IANA está en que todos estos parámetros deben ser

únicos, y por tanto, debe existir un registro que controle los valores que se encuentran asignados.

Otra de las organizaciones de gran importancia para la comunidad de Internet es la Internet Society (ISOC). Esta es una organización no gubernamental y sin intereses económicos formada por miles de profesionales centrados en las soluciones y el progreso de Internet.

TCP/IP

El Internet es una red de computadoras conectadas juntas a través de redes de comunicaciones. Esta red consiste en enlaces de fibra óptica, satélite, radio y las líneas telefónicas. El sistema tiene computadoras de todos los tipos y funcionamiento todo el tipo de sistemas operativos. Todos utilizan el TCP/IP como lenguaje común.

Cuando se habla de TCP/IP, se relaciona automáticamente como el protocolo sobre el que funciona la red Internet. Esto, en cierta forma es cierto, ya que se le llama TCP/IP, a la familia de protocolos que nos permite estar conectados a la red Internet. Este nombre viene dado por los dos protocolos estrella de esta familia:

- El Protocolo TCP, funciona en el nivel de transporte del modelo de referencia OSI, proporcionando un transporte fiable de datos.

- El Protocolo IP, funciona en el nivel de red del modelo OSI, que nos permite encaminar nuestros datos hacia otras máquinas.

Pero un protocolo de comunicaciones debe solucionar una serie de problemas relacionados con la comunicación entre equipos, además de los que proporciona los protocolos TCP e IP.

TCP/IP se basa en software utilizado en redes. Aunque el nombre TCP/IP implica que el ámbito total del producto es la combinación de dos protocolos: Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo Internet. El término TCP/IP no es una entidad única que combina dos protocolos, sino un conjunto de programas de software más grande que proporciona servicios de red, como registro de entrada remota, transferencia de archivo remoto y correo electrónico, etc., siendo TCP/IP un método para transferir información de una máquina a otra. Además TCP/IP maneja los errores en la transmisión, administra el enrutamiento y entrega de los datos, así como controlar la transmisión real mediante el uso de señales de estado predeterminado.

➤ Nivel de aplicación

Constituye el nivel más alto de la torre TCP/IP. A diferencia del modelo OSI, se trata de un nivel simple en el que se encuentran las aplicaciones que acceden a servicios disponibles a través de Internet. Estos servicios están sustentados por una serie de protocolos que los proporcionan. Por ejemplo, tenemos el protocolo FTP (File Transfer Protocol), que proporciona los servicios necesarios para la transferencia de ficheros entre dos ordenadores.

Otro servicio, sin el cual no se concibe Internet, es el de correo electrónico, sustentado por el protocolo SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).

➤ Nivel de transporte

Este nivel proporciona una comunicación extremo a extremo entre programas de aplicación. La maquina remota recibe exactamente lo mismo que le envió la maquina origen. En este nivel el emisor divide la información que recibe del nivel de aplicación en paquetes, le añade los datos necesarios para el control de flujo y control de errores, y se los pasa al nivel de red junto con la dirección de destino.

En el receptor este nivel se encarga de ordenar y unir las tramas para generar de nuevo la información original.

Para implementar el nivel de transporte se utilizan dos protocolos:

- UDP: proporciona un nivel de transporte no fiable de datagramas, ya que apenas añade información al paquete que envía al nivel inferior, solo la necesaria para la comunicación extrema a extremo. Lo utilizan aplicaciones como NFS y RPC, pero sobre todo se emplea en tareas de control.

- TCP (Transport Control Protocolo): es el protocolo que proporciona un transporte fiable de flujo de bits entre aplicaciones. Está pensado para poder enviar grandes cantidades de información de forma fiable, liberando al programador de aplicaciones de la dificultad de gestionar la fiabilidad de la conexión (retransmisiones, perdidas de paquete, orden en que llegan los paquetes, duplicados de paquetes, etc.) que gestiona el propio protocolo. Pero la complejidad de la gestión de la fiabilidad tiene un coste en eficiencia, ya que para llevar a cabo las gestiones anteriores se tiene que añadir bastante información a los paquetes a enviar. Debido a que los paquetes a enviar tienen un tamaño máximo, como mas información añadida el protocolo para su gestión, menos información que proviene de la aplicación podrá contener ese paquete. Por eso,

cuando es más importante la velocidad que la fiabilidad, se utiliza UDP, en cambio TCP asegura la recepción en destino de la información a transmitir.

➤ Nivel de red

También recibe el nombre de nivel Internet. Coloca la información que le pasa el nivel de transporte en datagramas IP, le añade cabeceras necesarias para su nivel y lo envía al nivel inferior. Es en este nivel donde se emplea el algoritmo de encaminamiento, al recibir un datagrama del nivel inferior decide, en función de su dirección, si debe procesarlo y pasarlo al nivel superior, o bien encaminarlo hacia otra máquina. Para implementar este nivel se utilizan los siguientes protocolos:

- IP (Internet Protocol): es un protocolo no orientado a la conexión, con mensajes de un tamaño máximo. Cada datagrama se gestiona de forma independiente, por lo que dos datagramas pueden utilizar diferentes caminos para llegar al mismo destino, provocando que lleguen en diferente orden o bien duplicados. Es un protocolo no fiable, eso quiere decir que no corrige los anteriores problemas, ni tampoco informa de ellos. Este protocolo recibe información del nivel superior y le añade la información necesaria para su gestión.
- ICMP (Internet Control Message Protocol): Proporciona un mecanismo de comunicación de información de control y de errores entre máquinas intermedias por las que viajarán los paquetes de datos. Estos datagramas los suelen emplear las máquinas como gateways, hosts, etc para informarse de condiciones especiales en la red, como la existencia de una congestión, la existencia de errores y las posibles peticiones de cambios de ruta. Los mensajes de ICMP están encapsulados en datagramas IP.
- IGMP (Internet Group Management Protocol): este protocolo está íntimamente ligado a IP. Se emplea en máquinas que emplean IP multicast. El IP multicast es una variante de IP que permite emplear datagramas con múltiples destinatarios.

También en este nivel tenemos una serie de protocolos que se encargan de la resolución de direcciones:

- ARP (Address Resolution Protocol): cuando una máquina desea ponerse en contacto con otra conoce su dirección IP, entonces necesita un mecanismo dinámico que permite conocer su dirección física. Entonces envía una petición ARP por broadcast (o sea a todas las máquinas). El protocolo establece que solo

contestara a la petición, si esta lleva su dirección IP. Por lo tanto solo contestara la maquina que corresponde a la dirección IP buscada, con un mensaje que incluya la dirección física. El software de comunicaciones debe mantener una cache con los pares IP-dirección física. De este modo la siguiente vez que hay que hacer una transmisión es con dirección IP, ya conoceremos la dirección física.

- RARP (Reverse Address Resolution Protocol): a veces el problema es al revés, o sea, una máquina solo conoce su dirección física, y desea conocer su dirección lógica. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se accede a Internet con una dirección diferente, en el caso de PC que acceden por módem a Internet, y se le asigna una dirección diferente de las que tiene el proveedor sin utilizar. Para solucionar esto se envía por broadcast una petición RARP con su dirección física, para que un servidor pueda darle su correspondencia IP.

- BOOTP (Bootstrap Protocol): el protocolo RARP resuelve el problema de la resolución inversa de direcciones, pero para que pueda ser más eficiente, enviando más información que meramente la dirección IP, se ha creado el protocolo BOOTP. Este además de la dirección IP del solicitante, proporciona información adicional, facilitando la movilidad y el mantenimiento de las maquinas.

- Nivel de enlace

Este nivel se limita a recibir datagramas del nivel superior (nivel de red) y transmitirlo al hardware de la red. Pueden usarse diversos protocolos: DLC(IEEE 802.2), Frame Relay, X.25, etc.

La interconexión de diferentes redes genera una red virtual en la que las maquinas se identifican mediante una dirección de red lógica. Sin embargo a la hora de transmitir información por un medio físico se envía y se recibe información de direcciones físicas. Un diseño eficiente implica que una dirección lógica sea independiente de una dirección física, por lo tanto es necesario un mecanismo que relacione las direcciones lógicas con las direcciones físicas. De esta forma podremos cambiar nuestra dirección lógica IP conservando el mismo hardware, del mismo modo podremos cambiar una tarjeta de red, la cual contiene una dirección física, sin tener que cambiar nuestra dirección lógica IP.

-
- Visión General de los Componentes TCP/IP
 - TELNET. El programa Telnet proporciona capacidad de registro de entrada remoto. Esto permite a un usuario de una máquina, registrarse en otra máquina, y actuar como si estuviera directamente frente a la segunda máquina. La conexión puede hacerse en cualquier sitio del mundo, siempre y cuando el usuario tenga permiso para registrarse en el sistema remoto.
 - FTP. Protocolo De Transferencia De Archivos. El Protocolo de Transferencia de Archivos (File Transfer Protocol, FTP) permite que un archivo de un sistema se copie a otro sistema. No es necesario que el usuario se registre como usuario completo en la máquina a la que desea tener acceso, como en el caso de Telnet, en vez de ello se puede valer del programa FTP para lograr el acceso.
 - Protocolo Simple De Transferencia De Correo. El Protocolo Simple de Transferencia de Correo (Simple Mail Transfer Protocol, SMTP) se utiliza para transferir correo electrónico. Transparente para el usuario, SMTP conecta distintas máquinas y transferir mensajes de correo, de una manera similar a como FTP transfiere archivos.
 - Kerberos. es un protocolo de seguridad de amplio soporte que utiliza un dispositivo especial conocido como servidor de autenticación. Este revalida contraseñas y esquemas de encriptado. Kerberos es uno de los sistemas de encriptamiento más seguros utilizados en comunicaciones.
 - Servidor De Nombre De Dominio. El servidor de nombre de dominio (Domain Name Server, DNS) habilita un dispositivo con un nombre común para que sea convertido a una dirección especial de red. Por ejemplo, no se puede tener acceso a un sistema llamado daniel_laptop desde una red del otro lado del país, al menos que esté disponible algún método de verificación de los nombres de las máquinas locales. DNS proporciona la conversión del nombre común local a la dirección física única de la conexión de red del dispositivo.

-
- Protocolo Simple De Administración De Red. El Protocolo Simple de Administración de Red (Simple Network Management Protocol, SNMP) utiliza como mecanismo de transporte el Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP). Emplea términos diferentes de TCP/IP, como administradores y agentes en vez de clientes y servidores. Un agente proporciona información sobre un dispositivo, en tanto que el administrador se comunica a través de la red.

 - Protocolo Trivial De Transferencia De Archivos. El Protocolo Trivial de Transferencia de Archivo (Trivial File Transfer Protocol, TFTP) es un protocolo de transferencia de archivos muy sencillo, sin complicaciones, que carece totalmente de seguridad. Utiliza al UDP como transporte.

 - Protocolo De Control De Transmisión. El Protocolo de Control de Transmisión (Transmission Control Protocol, TCP) es un protocolo de comunicaciones que proporciona transferencia confiable de datos. Es responsable de ensamblar datos pasados desde aplicaciones de capas superiores a paquetes estándar y asegurarse que los datos se transfieren correctamente.

 - Protocolo De Datagrama De Usuario. El Protocolo de Datagrama de Usuario (User Datagram Protocol, UDP) es un protocolo orientado a comunicaciones sin conexión, lo que significa que no tiene mecanismo para la retransmisión de datagramas (a diferencia de TCP, que es orientado a conexión). UDP no es muy confiable, pero sí tiene fines particulares. Si las aplicaciones que utilizan UDP tienen su propia verificación de confiabilidad, los inconvenientes de UDP se pueden superar.

 - Protocolo Internet. El Protocolo Internet (Internet Protocol, IP) es responsable de mover a través de las redes los paquetes de datos ensamblados, ya sea por TCP o UDP. A fin de determinar enrutamientos y destinos, utiliza un conjunto de direcciones únicas para cada dispositivo en la red.

 - RIP (Routing information protocolo, protocolo de información de encaminamiento)

Es un protocolo de encaminamiento interno, es decir para la parte interna de la red, la que no está conectada al backbone de Internet.

Cuando un usuario se conecta el servidor de terminales (equipo en el que finaliza la llamada) avisa con un mensaje RIP al router más cercano advirtiéndole de la dirección IP que ahora le pertenece.

Así podemos ver que RIP es un protocolo usado por distintos routers para intercambiar información y así conocer por donde deberían enrutar un paquete para hacer que éste llegue a su destino.

2.10 Direccionamiento ip

El protocolo IP usa direcciones de protocolo de internet para identificar los dispositivos y encaminar los datos hacia ellos. Todos estos equipos deben tener una IP única para poder ser reconocidos en la red. Su nombre se traduce a su dirección de IP consultándolo en una base de datos.

Cuando se diseñaron las direcciones IP, nadie se imaginó que llegasen a existir millones de computadoras en el mundo y que muchas de éstas requerirían una de estas direcciones para ser identificadas. Los diseñadores pensaron que tenían que satisfacer las necesidades de un modesto puñado de universidades, entidades gubernamentales e instituciones militares. Eligieron un diseño que les parecía razonable en aquellas épocas. Una dirección IP es un número binario de 32 bits (4 Bytes), por lo que, claramente, esta dirección se eligió para que encajase convenientemente en un registro de una computadora. La notación punto se inventó para leer y escribir fácilmente las direcciones IP. Cada Byte de una dirección se convierte a su número decimal y se separa por puntos. Por ejemplo: la dirección `www.fesaragon.com` es un numero binario de 32 bits que en la notación binaria es: `01000101.00101011.10100001.10000111` (69.43.161.135).

Todas las computadoras deben tener una dirección IP única en el rango de sistemas con los que se comunica. Toda organización que planea una red LAN basada en protocolo IP o pretenda conectarse a la Internet debe conseguir un bloque de direcciones de IP únicas.

Las direcciones de IP se dividen en 3 clases principalmente, A, B y C, de acuerdo a la cantidad de bytes que representan en la red. Para este proyecto se utilizará una red de clase C. En este caso, los primeros tres bytes representan la red. Los primeros tres bits son 1,1 y 0, lo que significa que hay 2^{21} posibilidades de red, es decir, 2.097.152 redes diferentes. Estas redes disponibles son, por lo tanto, las que van desde 192.0.0.0 a 223.255.255.0. El byte de la derecha representa los equipos de la red, por lo que esta puede contener:

$$2^8 - 2^1 = 254 \text{ equipos.}$$

En binario, una dirección IP de clase C luce como lo muestra la figura 4.2.

110	Xxxxx	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
Red				Ordenadores

Figura 4.2. Dirección IP clase C

El objetivo de dividir las direcciones IP en tres clases, A, B y C, es facilitar la búsqueda de un equipo en la red. De hecho, con esta notación es posible buscar primero la red a la que se desea tener acceso y luego buscar el equipo dentro de esta. Por lo tanto, la asignación de una dirección IP se realiza de acuerdo al tamaño de la red. Tabla 4.1.

Clase	Cantidad de redes posibles	Cantidad máxima de equipos en cada una
A	128	16777214
B	16384	65534
C	2097152	254

Tabla 4.1. Clasificación de redes con base en su tamaño.

Una máscara se genera con “unos” en la ubicación de los bits que se quieran conservar y “ceros” en aquellos donde se pretendan cancelar. Una vez que se crea, simplemente se coloca un operador lógico AND entre el valor que se quiere enmascarar y la máscara, a fin de mantener intacta la parte deseada y cancelar el resto. Por lo tanto, una máscara de red se presenta bajo la forma de 4 bytes separados por puntos, como una dirección IP, y está compuesta, en su notación binaria, por ceros en lugar de los bits de la dirección IP que se desea cancelar, y por unos en lugar de aquellos que se quiera conservar. El interés principal de una máscara de subred reside en que permite la identificación de la red asociada con una dirección IP.

De una manera más sencilla, la máscara de red es una combinación de bits que sirve para delimitar el ámbito de una red de computadoras. Su función es indicar a los dispositivos qué parte de la dirección IP es el número de la red, incluyendo la subred, y qué parte es la correspondiente al host.

Básicamente, mediante la máscara de red, una computadora podrá saber si debe enviar los datos dentro o fuera de la red. Por ejemplo, si el router tiene la dirección IP 192.168.1.1 y máscara de red 255.255.255.0, entiende que todo lo que se envía a otra IP que empiece por 192.168.1 va para la red local y todo lo que se dirige a otras IP, se encaminan hacia el exterior de la misma.

Suponiendo que se tienen un rango de direcciones IP desde 10.0.0.0 hasta 10.255.255.255, formando todas ellas una misma red, su máscara sería: 255.0.0.0. También se puede escribir como 10.0.0.0/8

Como una máscara consiste en un grupo de unos consecutivos, y luego ceros, si es que los hay, los números permitidos para representar la secuencia son los siguientes: 0, 128, 192, 224, 240, 248, 252, 254 y 255.

La representación utilizada se define colocando a “uno” todos los bits de red, y en el caso de subredes, se coloca a “uno” los bits de red y los de host usados por las subredes. Así, en esta forma de representación, 10.0.0.0/8, el 8 sería la cantidad de bits puestos a “uno” que contiene la máscara en binario, comenzando desde la izquierda. Para el ejemplo dado, /8, sería 11111111.00000000.00000000.00000000, y su representación en decimal sería 255.0.0.0.

Una máscara de red representada en binario son 4 Bytes, es decir, 11111111.11111111.11111111.11111111. La máscara normalmente es escrita después de una diagonal (/). Ejemplo: 192.168.1.0/24.

Capítulo 3

Sistema de supervisión de procesos

El sistema pretendido, ofrecido por la empresa ELSPEC, es un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) con una arquitectura cliente-servidor, cuyo funcionamiento se basa principalmente en 3 componentes:

- Analizadores de calidad de la energía EG4.
- Servidor: Software de administración PQSCADA (Power Quality SCADA).
- Cliente: Software de análisis Investigator.

En la figura 3.1 puede observarse el esquema de interconexión de los distintos módulos antes mencionados y los componentes de software que interactúan en el flujo de información del sistema.

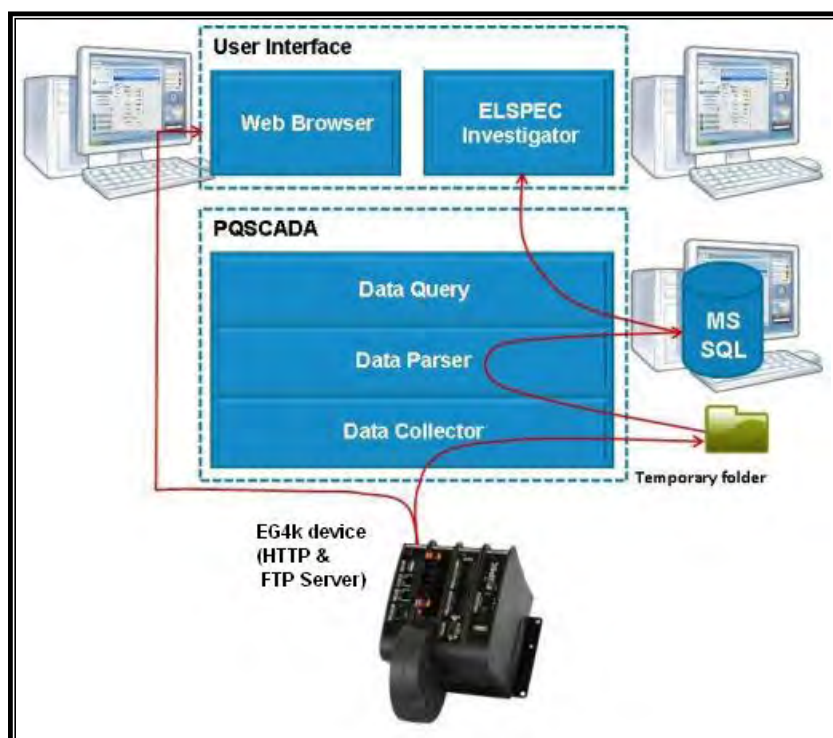


Figura 3.1 Interacción de los distintos módulos del sistema xyz.

A partir de lo anterior, el funcionamiento del sistema se puede describir de la siguiente forma:

- Los analizadores EG4k guardan en su memoria interna todos los valores de las variables que se están monitoreando.
- El sistema PQSCADA se encarga de recolectar los datos de los equipos, administrando una base de datos para ordenar la información.
- Finalmente el usuario se conecta al servidor y a través del software Investigator puede ver todas las variables monitoreadas por los equipos.

A continuación se detallan las características y las principales funciones de cada uno de los componentes del sistema.

3.1 Analizadores eg4k

El EG4k es el equipo encargado de guardar en memoria todas las variables de entrada en un cierto punto de la red eléctrica de la planta, (figura 3.2). Posee 3 entradas de voltaje, 5 de corriente y 2 de temperatura. De esta manera, teniendo varios de estos analizadores correctamente instalados, se puede tener una visión tanto global como local de algún punto de las instalaciones a monitorear.



Figura 3.2 Analizador EG4k.

Estos analizadores cuentan con un disco de almacenamiento de 8 GB, lo que les permite guardar información hasta por un año a una tasa de 1024 muestras por ciclo y una vez que esta memoria se llena, se descartan los datos más antiguos para poder introducir los nuevos, tipo cola FIFO (First In, First Out).

La empresa ELSPEC ha puesto especial énfasis en realizar este proceso de la manera más eficiente posible, llegando a crear un tipo de archivos especialmente diseñado para la compresión de datos provenientes de variables eléctricas, utilizando las características intrínsecas de este tipo de señales. Este formato de archivo es llamado PQZIP y alcanza una tasa de compresión de 1000:1.

A través de la interfaz web que posee el EG4k es posible configurar la totalidad de los parámetros del analizador, tales como: acceso a redes, sincronización con otros equipos, instalación eléctrica del punto de medición, como pueden ser señal monofásica, trifásica, delta, etc., precisión en la adquisición de datos (tasa de muestreo), entre otros.

El EG4k puede adaptarse a cualquier situación de comunicación existente en la industria, este posee varias interfaces de comunicación, entre las que se encuentran: USB, Serial RS485/422, Ethernet y Compact Flash.

A través de sus puertos Ethernet es posible crear redes LAN con otros analizadores y equipos IP como routers o switches. Además, a través de sus interfaces serial, USB o Compact Flash, es posible conectar tarjetas WiFi, Bluetooth o de radiofrecuencias privadas, y establecer enlaces utilizando tecnologías GPRS/EDGE/UMTS (módem celular) o conectar dispositivos GPS.

3.2 Sistema de administración pqscada (servidor)

Además de los analizadores EG4k, ELSPEC se ha encargado de desarrollar un sistema SCADA especialmente diseñado para estos equipos. Este software se instala en el lado servidor del sistema, para sistemas operativos Windows, y se encarga de recolectar todas las variables registradas por los analizadores de la planta, utilizando el protocolo FTP (File Transfer Protocol) para la transmisión de archivos, (figura 3.3).

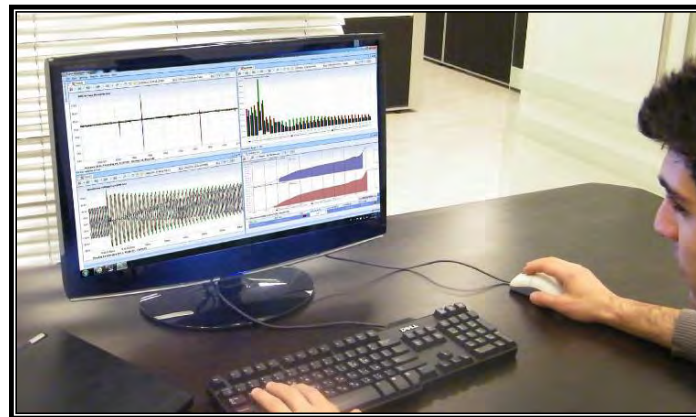


Figura 3.3 Software de aplicación.

Una vez que los datos han sido recuperados, el sistema se encarga de calcular todos los demás parámetros eléctricos, tales como: potencia activa, potencia reactiva, armónicos, formas de onda, factor K y factor de potencia, entre otros, con base en las señales de voltaje y corriente registradas. Todos estos parámetros son guardados en una base de datos local del servidor, utilizando el mismo formato de compresión PQZIP, de manera de no sobrecargar de información al equipo.

Otra de las funciones de este componente del sistema es administrar información importante como: claves de acceso y direcciones de red de los analizadores, itinerario de descarga de archivos, mantención de la base de datos, etc. La mayoría de los datos manejados por este software son de vital importancia para el buen funcionamiento del sistema y deben ser manejados sólo por personas capacitadas para hacerlo. En general, cuando se realiza la instalación y una vez que se encuentra en completo funcionamiento, no necesita de supervisión. Por ello, y por tratarse de un programa de administración, este se hace transparente para el usuario final, quien no se percata que existe un equipo intermediario que gestiona el envío y recepción de los datos desde los analizadores hasta el cliente.

3.3 Análisis de datos

Se trata de un software poderoso de análisis que permite enfocar los datos detallados por una amplia gama de parámetros. También, con un clic en el ratón, se puede ver desde los datos por un año entero hasta menos de un milisegundo para identificar detalles de la calidad de energía eléctrica, incluyendo tendencias, Volts, Ampers, Hz, eventos, armónicos, THD, parpadeo y energía. (figura 3.4).

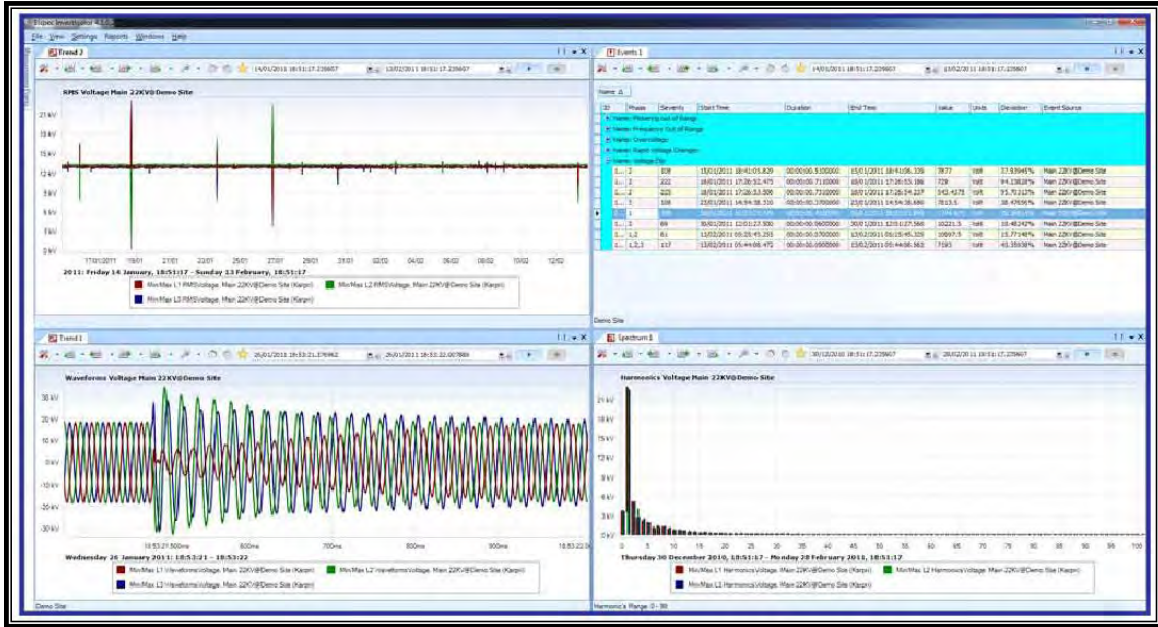


Figura 3.4 Sistema de administración PQSCADA.

3.4 Software de análisis investigador (clientes)

Este software se instala en los clientes del sistema que desean acceder a los datos registrados por los analizadores, (figura 3.5). Para esto, se comunica con el PQSCADA instalado en el servidor principal y obtiene los datos que se desea sean desplegados. Este programa se instala en cualquier computadora con sistema operativo Windows y a través de su interfaz permite el análisis de la red eléctrica de la planta mostrando gráficos de las variables monitoreadas.

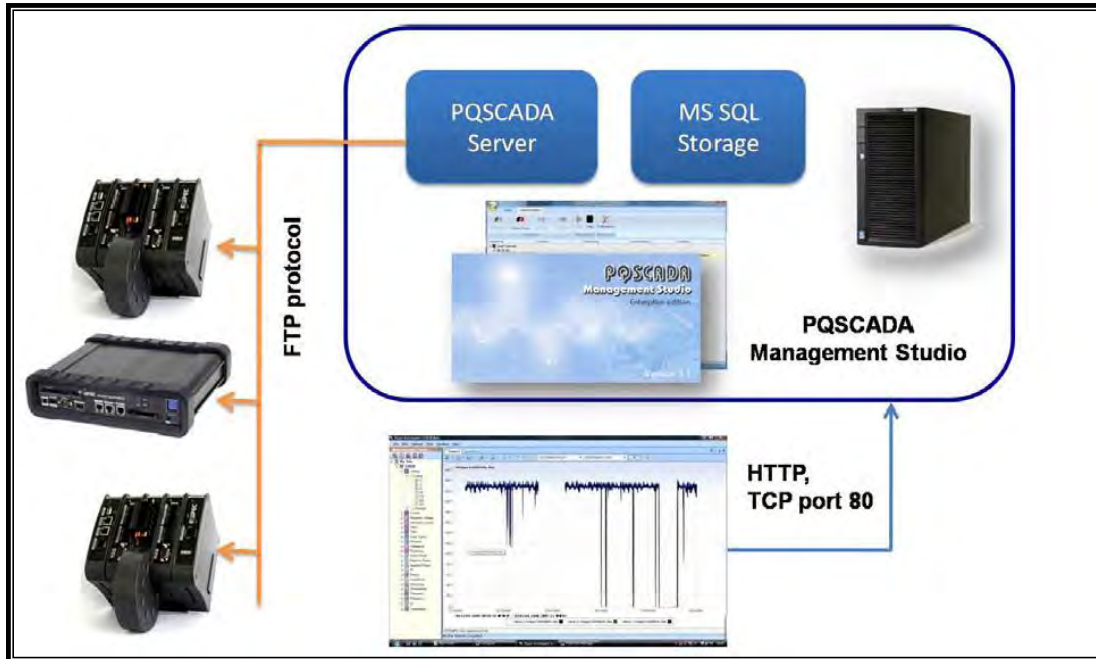


Figura 3.5 Aplicación Investigator cliente.

Esta aplicación permite un análisis muy detallado de los parámetros mostrados, pudiendo incluso hacer zoom del orden de los milisegundos. De esta manera, cuando ocurre alguna falla eléctrica dentro de la planta, es posible saber exactamente en qué instante de tiempo ocurrió. También, cuando se desea realizar un análisis extendido en el tiempo, este permite realizar un reporte de las anomalías detectadas por los equipos durante un período determinado.

Otra de las características de este software es que pueden contrastarse varias señales de distinto tipo en un mismo gráfico, con el fin de realizar un análisis completo de un sector de la planta. Esto permite identificar exactamente la fuente de alguna anomalía en particular, que puede ser interna o externa a la planta, y saber exactamente cuáles fueron los equipos afectados.

Por último, el Investigator también permite exportar datos a Excel o generar imágenes de los gráficos en pantalla. Estas herramientas son muy útiles para aquellos usuarios que necesiten realizar algún tipo de cómputo adicional, y también en caso que se deseen tabular los datos en otro tipo de archivos o para generar informes con base en tales datos obtenidos.

Capítulo 4

Implementación del sistema de monitoreo del suministro eléctrico

Este sistema es una propuesta para el monitoreo del suministro eléctrico utilizando como ejemplo el edificio A3 de la FES Aragón, el cual consta de planta baja, primer y segundo piso, en los que cada uno cuenta con 6 salones, haciendo un total de 18 salones. Cada salón cuenta con una toma de corriente para conectar dispositivos eléctricos-electrónicos y 12 luminarias para su alumbrado.

El monitoreo propuesto se realizará incorporando los analizadores EG4K a una LAN (Local Área Network) implementada para este fin. A su vez, estos estarán interconectados a un switch del tipo Cisco Catalyst 2950-24, utilizando una topología estrella. Se pretende que el equipo de monitoreo se ubique en las instalaciones del Centro Tecnológico, desde el cual se podrá estar revisando cada uno de los datos en los analizadores, ya sea en tiempo real o bien los almacenados.

Para que pueda haber una comunicación entre el edificio A3 y el Centro Tecnológico se utilizarán 2 Routers del tipo 1841 de Cisco, cada uno de ellos colocado en el edificio correspondiente, y a su vez conectados a los equipos adecuados que se van a utilizar. (Figura 4.1).

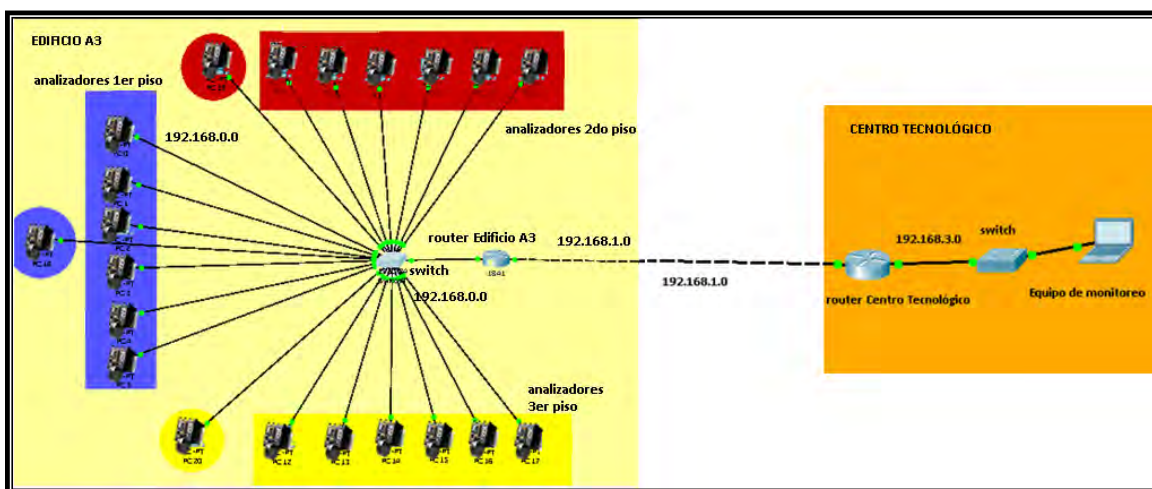


Figura 4.1 Esquema de red del sistema de monitoreo con topología tipo Estrella.

Se aprovecharán las instalaciones ya existentes en el edificio, tales como los ductos de cableado eléctrico así como los contactos y tomacorrientes correspondientes a cada salón, aunque se hará necesaria la configuración de algunos dispositivos adicionales para la red a implementar. Una variación mas sobre este esquema es implementar redes inalámbricas Wi-Fi entre los dispositivos centrales, de esta manera se crean enlaces más flexibles dentro de dicha red, lo que permite una alta escalabilidad para futuras ampliaciones de la misma.

4.1 Configuración de parámetros

Con los analizadores y el servidor SCADA del sistema no es necesario configurar ningún parámetro más, solo los concernientes a establecer un enlace entre equipos. Así, basta con configurar en cada equipo su dirección IP, la correspondiente puerta de enlace, la máscara de subred, para completar este proceso.

El Cisco Catalyst 2950-24 forma parte de los switches Catalyst de Cisco, y es de configuración fija, gestionando un interruptor independiente, proporcionando conectividad a usuario para redes pequeñas y medianas. Este switch de escritorio ofrece una funcionalidad para transmisión de datos básicos, los servicios de video y voz a través de la red.

Disponible para la serie Catalyst 2950, el Cisco Network Assistant es una aplicación de gestión centralizada gratuita que simplifica la tarea de administración de switches Cisco, routers y puntos de acceso inalámbrico. Tal aplicación ofrece una interfaz gráfica de usuario para configurar fácilmente, solucionar problemas, simplificar y supervisar la red.

Las características principales de estos equipos son:

Switch Cisco Catalyst 2950

- 24 puertos
- 1 unidad de rack (RU) interruptor independiente
- Ideal para la conectividad de escritorio

El ruteador de servicios integrados Cisco 1841 proporciona el siguiente apoyo:

- Rendimiento de velocidad de cable para servicios simultáneos en las tasas T1/E1 WAN
- Mejoramiento de la inversión a través de un mayor rendimiento y modularidad
- El aumento de la densidad a través de ranuras WAN para tarjetas de interfaz de alta velocidad
- Soporte para más de 90 módulos existentes y nuevos
- Dos puertos integrados para Fast Ethernet
- Seguridad

Utilizando una red de clase C para la asignación de direcciones IP se procedería de la siguiente forma:

- Configurar el enlace entre las LAN del edificio A3 y el Centro Tecnológico
- El enrutamiento se recomienda estático
- Asignar un analizador EG4K por cada salón para el monitoreo de las 12 luminarias y la toma de corriente. Por cada piso se pretenden utilizar un total de 7 analizadores, uno para cada aula, lo que da un total de 6, y el séptimo para el pasillo

La red clase C quedaría de la siguiente forma, para su comunicación entre dispositivos:

Edificio A3 red 192.168.0.0/24, (figura 4.3).

- Planta baja se le asignaría de la dirección IP 192.168.0.2/24 a 192.168.0.8/24
- Primer Piso se le asignaría de la dirección IP 192.168.0.9/24 a 192.168.0.15/24
- Segundo Piso se le asignaría de la dirección IP 192.168.0.16/24 a 192.168.0.22/24

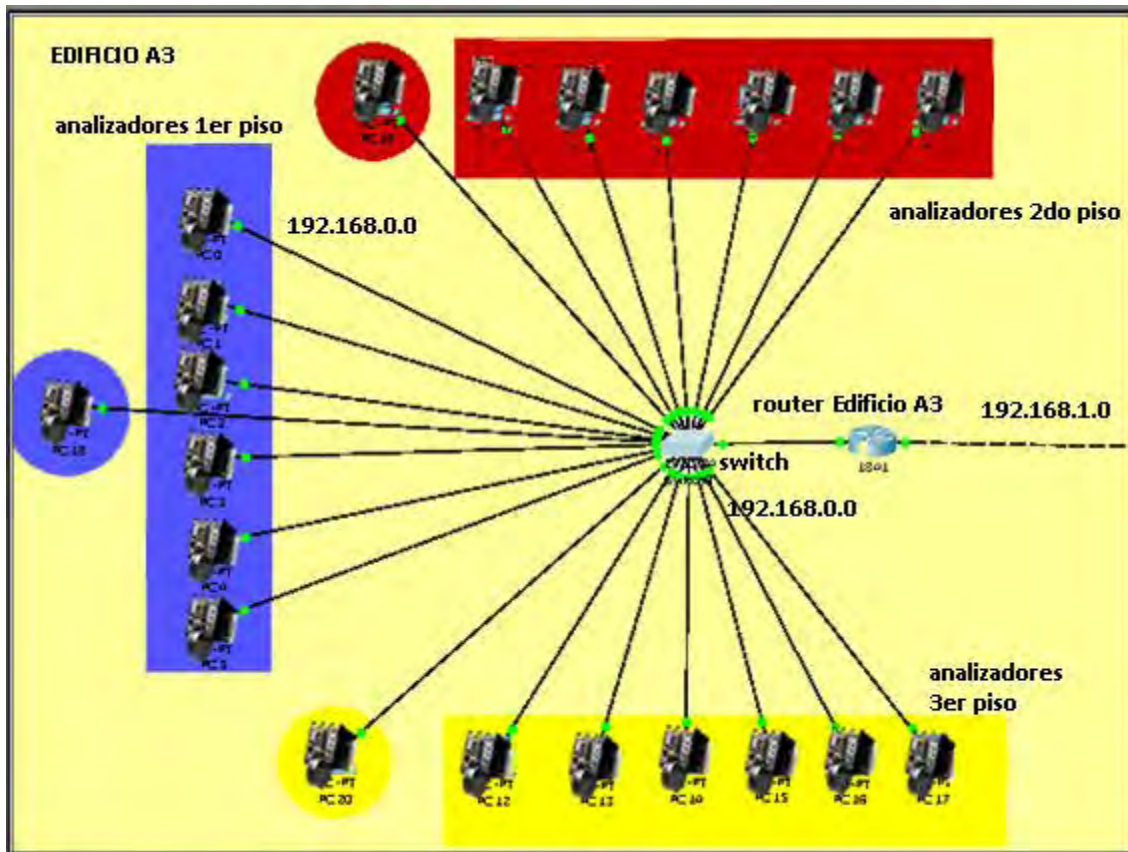


Figura 4.3. Diagrama Edificio A3

Centro Tecnológico red 192.168.3.0/24, (figura 4.4.)

- Computadora central, se le asignaría la dirección IP 192.168.3.1/24

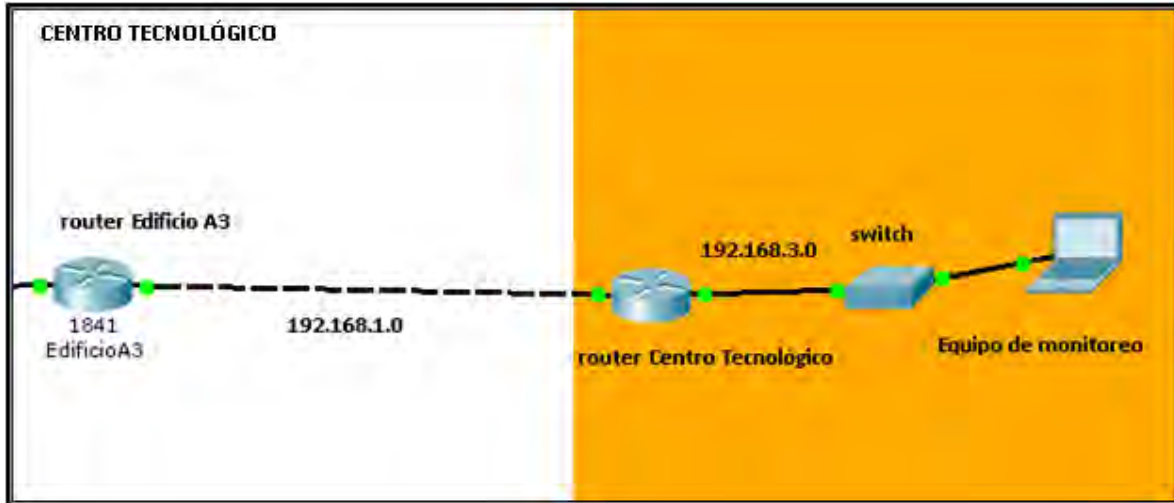


Figura 4.4. Diagrama Centro Tecnológico

4.2 Simulación de red

Para hacer más claro el desarrollo de la red se creó una simulación en el software Packet Tracer de Cisco, que es de la siguiente manera:

Se configurarán los 2 routers de la red, uno pertenecerá al edificio A3 y otro al Centro Tecnológico. De esta manera, se habilitan los dos puertos de Fast Ethernet de cada equipo, asignando una dirección IP con su respectiva máscara. Además, se establece el protocolo de ruteo el cual se utilizará, en este caso será RIP, así como el tipo de comunicación, su velocidad y las direcciones IP de las redes a las cuales pertenecerá dicho equipo.

Los dos routers están intercomunicados entre sí asignando la dirección IP de la red a la cual pertenecen.

El router del edificio A3 tiene conectado un switch y a su vez este lo está a todos los analizadores de corriente eléctrica para cada salón y pasillos.

El router para el Centro Tecnológico también tendrá conectado un switch y este a su vez a la computadora central de monitoreo.

La configuración en Packet Tracer quedaría de la siguiente manera:

- Configuración router edificio A3:

```
hostname Edificioa3
```

```
enable secret 5 $1$mERr$PEkt4mUmNGomwrCPMAjwK1
```

```
enable password aragon
```

```
interface FastEthernet0/0
```

```
ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router rip
network 192.168.0.0
network 192.168.1.0
!
ip classless
!
line con 0
line vty 0 4
password fesaragon
login
!
End
```

➤ Configuración router Centro Tecnológico:

```
Centro Tecnologico#sh run
Building configuration...

Current configuration : 874 bytes
!
version 12.4

no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname "Centro Tecnologico"
!
enable secret 5 $1$mERr$PEkt4mUmNGomwrCPMAjwK1
enable password aragon
!
interface FastEthernet0/0

ip address 192.168.1.2 255.255.255.0

duplex auto

speed auto
!
interface FastEthernet0/1

ip address 192.168.3.1 255.255.255.0

duplex auto

speed auto
!
interface FastEthernet0/0/0
```

```
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/0/1
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/0/2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/0/3
switchport mode access
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router rip
network 192.168.0.0
network 192.168.1.0
network 192.168.3.0
!
ip classless
line con 0
line vty 0 4
password fesaragon
login
!
```

end

- Se configuran los switch 2950 de 24 puertos de Fast Ethernet, uno se ubicará en el edificio A3 y otro en el Centro Tecnológico, a los cuales van a estar conectados los analizadores EG4K en cada puerto. En este punto lo importante es definir qué puerto será asignado a cada analizador, así como el correspondiente a la puerta de acceso del router de cada edificio.

En el switch del edificio A3 se utilizarán 23 puertos de Fast Ethernet, 21 para los analizadores, uno para la Estación Maestra y uno más para conectarse al router.

En el switch del Centro Tecnológico solo se configurará un puerto para conectar al router y otro para la computadora central de monitoreo.

La configuración queda de la siguiente manera:

- Configuración switch edificio A3

```
Switch#sh run
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 947 bytes
```

```
!
```

```
version 12.1
```

```
no service timestamps log datetime msec
```

```
no service timestamps debug datetime msec
```

```
no service password-encryption
```

```
!
```

```
hostname Switch
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/1
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/2
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/3
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
```

```
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!
interface FastEthernet0/19
!
interface FastEthernet0/20
!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
!
interface FastEthernet0/23
!
interface FastEthernet0/24
!
interface Vlan1
  no ip address
  shutdown
!
line con 0
!
line vty 0 4
  login
line vty 5 15
  login
```

```
!  
end  
➤ Configuración switch Centro Tecnológico  
Switch#sh run  
Building configuration...  
Current configuration : 428 bytes  
!  
version 12.1  
no service timestamps log datetime msec  
no service timestamps debug datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname Switch  
!  
interface FastEthernet0/1  
!  
interface FastEthernet1/1  
!  
interface FastEthernet2/1  
!  
interface FastEthernet3/1  
!  
interface FastEthernet4/1  
!  
interface FastEthernet5/1  
!
```

```
interface Vlan1
  no ip address
  shutdown
  !
line con 0
  !
line vty 0 4
  login
line vty 5 15
  login
  !
end
```

La estación maestra estará conectada al switch del Edificio A3, la cual a su vez tendrá conectado el módulo de relevadores de ACEE a los contactores y estos al tablero de alumbrado. Cuando se tenga la configuración deseada desde la computadora central en el centro tecnológico, se logrará la administración del alumbrado del citado edificio.

Los módulos de relevadores serán distribuidos con base en el número de contactores que se requieran utilizar para la administración del alumbrado de los salones y pasillos del edificio A3. Los horarios de alumbrado serán configurados desde la plantilla de Excel como se quiera establecer.

A la Estación Maestra (sistema SAE) se le asignará la IP 192.168.0.23/24, la cual pertenece a la red 192.168.0.0/24 del edificio A3, (figura 4.5).

De esta manera, utilizando todo el equipo y elementos antes mencionados, se logra la comunicación de edificio a edificio, intercambiándose la información necesaria.

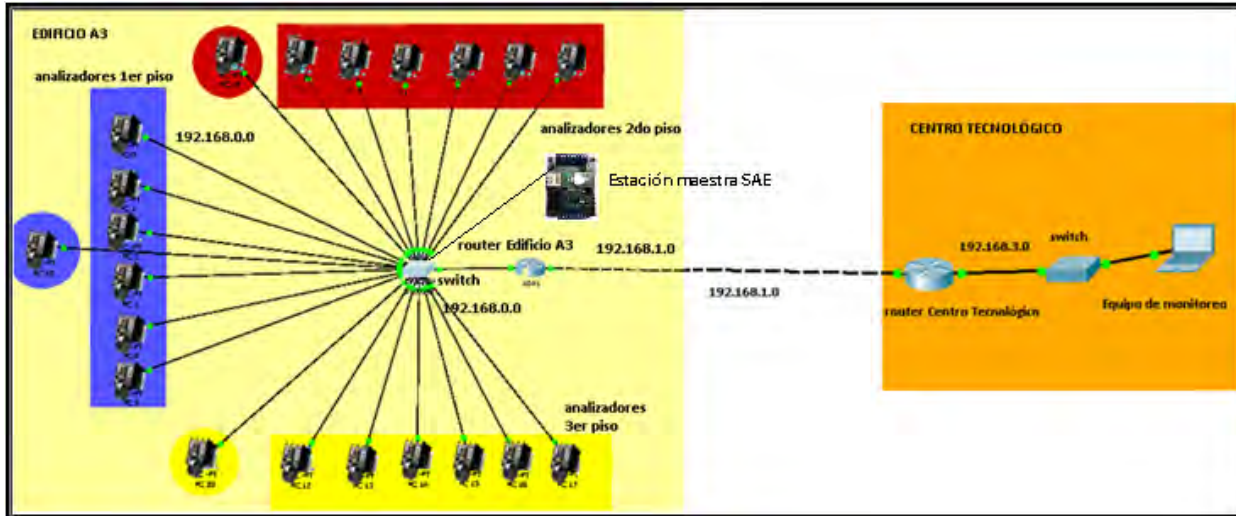


Figura 4.5. Conexión de la Estación Maestra a la red edificio A3.

La información que este siendo almacenada por cada analizador podrá ser monitoreada y analizada desde el Centro Tecnológico en la computadora central por medio del software SCADA, y se mantiene la comunicación de los equipos durante todo el día.

El sistema en general llevará a cabo su función de monitoreo por medio de la administración del alumbrado con base en los horarios de utilización. Lo anterior va a depender de cada semestre, ya que se tendrá que reconfigurar el sistema SAE de acuerdo a las necesidades de ese momento. El sistema SCADA permanecerá de la misma forma, únicamente censando los nuevos datos que se vayan obteniendo día a día, de esta manera la instalación eléctrica se mantendrá en continuo monitoreo para detectar cualquier falla o alteración que sufra esta, para posteriormente aplicar las medidas correctivas o de mantenimiento.

4.3 Costo Aproximado

El gasto aproximado que implicaría un sistema de este tipo sería el siguiente.

- Router cisco series 1800-\$20,000
- Switch cisco series 2950-\$20,000
- Analizador-\$2,500
- Contactor-\$300
- Sistema de administración de energía en alumbrado y clima-\$3,336
- Gastos generales \$30,000

Si tomamos en cuenta que se utilizaran 2 routers, 2 switches, el sistema SAE y un analizador de energía alterna mínimo, más gastos generales de instalación y mano de obra, el costo aproximado sería de entre \$120,000 y \$130,000.

4.4 Resultados reales en una Compañía

A manera de ejemplificar mejor la importancia en el ahorro de energía eléctrica se presentan datos reales de Walmart México y Centroamérica, aplicados a sus instalaciones. Todos los resultados y mejoras fueron basados en análisis previos y estadísticas tomadas durante un periodo de tiempo definido.

Walmart integrará el más avanzado sistema de iluminación con tecnología LED de GE en 37 nuevas tiendas de México, a construirse en 2014. La compra de esta tecnología es parte del programa global de eficiencia energética que Walmart Stores Inc. y GE anunciaron, y que permitirá cumplir con la meta global de la compañía de reducir, para 2020, un 20% su intensidad de energía usada, medida en kilowatt/hora por metro cuadrado.

La energía eléctrica es uno de los componentes de gasto más importantes en la operación de sus tiendas y el uso de tecnologías más eficientes les permite tener costos más bajos para ofrecer precios más bajos a sus clientes. A ellos les interesa seguir siendo una empresa líder a nivel mundial en el uso eficiente de energía, y la adquisición de esta tecnología les permite mantenerse a la vanguardia en la sostenibilidad de sus operaciones. Esto lo señaló Antonio Ocaranza, director de Comunicación Corporativa de Walmart de México y Centroamérica.

Durante 2013, Walmart de México ahorró 61 millones de kilowatts/hora; el ahorro de energía y el uso de energía renovable le han permitido reducir sus emisiones en 30.5%, comparados con los del año 2005.

Adicionalmente la empresa, en 573 tiendas, instaló puertas para el cierre de vitrinas de refrigeración que antes estaban abiertas, equivalente a 18 kilómetros de puertas. De esta forma no se tira el frío al ambiente y, en consecuencia, se ahorra energía. Al mismo tiempo, realizó mejoras electromecánicas en los sistemas de refrigeración para hacerlos más eficientes e instaló aislamiento térmico en áreas de preparación de alimentos refrigerados en más de 250 tiendas.

En la actualidad, los nuevos prototipos de tiendas son 34% más eficientes comparados con los del año 2005, debido al equipamiento de alta eficiencia y diseños más sustentables.

Las iniciativas de Walmart México y Centroamérica en materia de sustentabilidad contribuyen a reducir costos para poder ofrecer precios bajos, que permiten mejorar la calidad de vida de las familias de México y Centroamérica.

Las tiendas Sam's Club, Suburbia y Supercenter, que integran el sector Cuemanco del grupo Walmart en la Ciudad de México, han logrado una reducción de un 50% en consumo energético mediante la implementación de tecnología LED de CREE, a través de unos de sus principales distribuidores, Industrial Rocava.

Fernando Campos Carmona, gerente de Innovaciones y Energías Renovables de Walmart comentó: "debido a los requerimientos del sector de la construcción nos decidimos por iluminación LED; la gran ventaja es que logramos una reducción de un 30 a un 40% en la cantidad de luminarias que se instalaron en cada unidad".

Conclusiones

Hoy en día es de suma importancia tener la posibilidad de comunicación a pequeñas o grandes distancias y esto se logra con la utilización de redes de datos, las cuales podemos adaptar dependiendo las necesidades que se tengan, para transmitir información sin la necesidad de desplazarnos de un lugar a otro.

Con la ayuda de una red de datos podemos manejar datos de cualquier tipo, como en este caso que se logra mantener la comunicación entre edificios de la FES Aragón para aplicar un sistema de monitoreo y administración de energía.

Con la administración del alumbrado y equipos que se desee agregar a futuro se logrará el ahorro de energía eléctrica, además de que se mantendrá en monitoreo toda la instalación eléctrica para analizar donde se tienen que hacer modificaciones, debido a alteraciones causadas por las fallas de equipos en mal funcionamiento u obsoletos, cableados viejos, etc. De forma general, por cosas que dañen o alteren el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica.

Esto a largo plazo tendrá un impacto en la parte económica y administrativa de la red, ya que será más fácil localizar donde radica el problema, lo cual beneficiará a la institución u organización donde se pueda implementar dicho sistema.

Se pretende reducir en un 30 por ciento la cantidad energía eléctrica consumida facturable, al aplicar las medidas correctivas y preventivas en las instalaciones de la FES Aragón, con un retorno de inversión no mayor a un año.

Bibliografía

-Sistemas Electrónicos de Comunicaciones, Louis Frenzel, 2003 Alfaomega grupo editor, S.A de C.V; Pitágoras 1139, Col. Del Valle, 03100, México, D.F.

-Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, cuarta edición, Wayne Tomasi, Pearson educación, México, 2003, S.A de C.V; calle 4 No. 25-2do piso, Fracc. Industrial Alce Blanco, C.P. 53370 Naucalpan de Juárez, Edo. De México

-Manual Ericsson 2009

Mesografía

-ELSPEC. Elspec G4400 BLACKBOX

<http://www.elspec-ltd.com/default.asp?V DOC ID=2239>

Consulta: 28 Octubre 2013

-WIKIPEDIA. SCADA

<http://en.wikipedia.org/wiki/SCADA> [consulta: 28 Octubre 2013

-ELSPEC. PQSCADA - Power Quality Analysis Software

<http://www.elspec-ltd.com/default.asp?V DOC ID=2246>

Consulta: 28 Octubre 2013

-ELSPEC. PQSCADA Investigator Demo

<http://www.elspec-ltd.com/default.asp?V DOC ID=2296>

Consulta: 28 Octubre 2009

-Dirección IP

<http://es.kioskea.net/contents/internet/ip.php3>

Consulta: 15 Noviembre 2013

-Protocolos Modelo OSI

<http://belarmino.galeon.com/>

<http://modeloosiyprotocolos.galeon.com/>

Consulta: 15 Noviembre 2013

-Estación maestra

http://www.acee.com.mx/tienda/product.php?id_product=13

Consulta: 19 Diciembre 2013

-Modulo de relevadores

http://www.acee.com.mx/tienda/product.php?id_product=10

Consulta: 19 Diciembre 2013

-Protocolos de Comunicación

http://html.rincondelvago.com/protocolos-de-comunicacion_1.html

Consulta: 23 Diciembre 2013

-Conexión contactor

<http://www.youtube.com/watch?v=KLY-PdQgl4k>

Consulta: 23 Diciembre 2013

-Funcionamiento relé

http://www.youtube.com/watch?v=8wHO_hSAuFM

Consulta: 23 Diciembre 2013

-Equipos Cisco

<http://www.cisco.com/web/LA/productos/index.html>

Consulta: 9 Enero 2013

-Precios equipos Cisco

<http://www.abasteo.mx>

Consulta: 15 de abril 2014

-Citas textuales Walmart México y Centroamérica

<http://www.walmartmexico.com.mx/energia.html#sthash.DVa7oOoj.dpuf>

http://www.walmartmexico.com.mx/sala_de_prensa/operadoras/walmartca/2014/abril/walmart-LED-ahorrar-energia.html#sthash.MVAV0pn1.dpuf