

ANÁLISIS Y DISEÑO DE REDES DE COMUNICACIONES POR LÍNEA DE POTENCIA (PLP) Y MICROONDAS

Paula Juliana Cadena Castañeda
(pcadena@bumanga.unab.edu.co)

COORDINADOR CURSOS FORMACIÓN AVANZADA:
Cesar Dario Guerrero
cguerrer@bumanga.unab.edu.co

Línea de Telecomunicaciones
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Universidad Autónoma de Bucaramanga
Bucaramanga, Colombia

PALABRAS CLAVES: Análisis, Diseño, Redes de comunicaciones.

RESUMEN

Este artículo pretende mostrar una síntesis de los proyectos realizados durante los cursos de formación avanzada de la especialización en telecomunicaciones, los cuales consistieron en el diseño de una red de comunicaciones por línea de potencia (PLP), diseño de una red de radiocomunicaciones, instalación y puesta en funcionamiento de un servidor de chat y un servidor de hypermail teniendo como plataforma el sistema operativo Linux.

Los diseños fueron realizados teniendo en cuenta los siguientes conceptos vistos durante la asignatura de fundamentos de comunicaciones: Tipologías de Red, parámetros de diseño, confiabilidad, seguridad, modelo OSI de la ISO y Líneas de transmisión entre otros, además cada diseño se realizó teniendo en cuenta las siguientes etapas: Análisis del diagrama o estaciones asignadas, donde se estudia las posibles formas de comunicación, los requerimientos exigidos y se escoge el primer bosquejo para el desarrollo del diseño; **realización de Diagramas**, en esta parte se pretende unificar los criterios desarrollados en la primera etapa y plasmarlos mediante diagramas esquemáticos en este caso se utilizaron diagramas de equipamiento para el primer diseño y perfiles planos para el segundo; **revisión de Diagramas**, en esta parte se pretende realizar una depuración del diseño comenzando por corregir los errores encontrados y a la vez analizar las diferentes formas de optimizar el diseño; **realización del presupuesto**, Luego de tener definidos los diagramas esquemáticos y habiendo escogido el diseño óptimo, se procede a realizar el presupuesto del proyecto teniendo en cuenta porcentajes asignados para diseño, montaje, administración y utilidad del contratista; **realización del Diseño**, en esta última etapa se unifican todos los criterios y se realizan los planos a presentar, que en este caso, fueron presentados en Autocad ® versión 13 ploteado en formato 50 cm x 70 cm con los formatos de ingeniería.

Por otra parte, para el proyecto realizado en la asignatura de Linux se estudiaron los conceptos básicos y sobre éstos se realizaron las siguientes etapas: **investigación de los servicios**, se realizó un sondeo u observación de los servidores existentes y el servicio que éstos prestaban, en síntesis esta etapa nos da una idea de lo que vamos a realizar; **análisis del software**, en esta parte realizamos el estudio de los requerimientos mínimos para que el software instalado funcione adecuadamente; **instalación final**, en esta etapa se concluye el proyecto con la puesta en marcha de los servidores.

INTRODUCCION

Desde hace ya muchos años, se ha dedicado gran parte de la actividad investigadora y profesional al mundo de las comunicaciones, se ha vivido en un entorno de cambio permanente y a la vez hemos sido testigos de las diferentes “revoluciones” de la tecnología de la información.

La ciencia, citando a Karl Popper, será siempre una búsqueda, jamás un descubrimiento; es un viaje, nunca una llegada. Por ello nos hemos divertido. [1]

Como es sabido, para transmitir una señal eléctrica se requiere un medio de transmisión que normalmente es una **línea de transmisión**. En algunos casos, como el expuesto en el presente artículo, dicha línea consiste en un par de hilos conductores, este es el medio de transmisión más simple. Cada uno de los dos alambres está aislado del otro y ambos están abiertos al espacio libre. La señal, por lo general un nivel de voltaje o corriente relativo a cierta referencia de tierra, se aplica a un alambre, y la referencia de tierra se aplica al otro.

Con este tipo de línea, hay que tratar de evitar que en el mismo cable haya un acoplamiento cruzado de las señales eléctricas entre alambres adyacentes. A esta interferencia se le conoce como diafonía y es provocado por el acoplamiento capacitivo entre los dos hilos. Además, su estructura abierta lo hace susceptible de captar señales de ruido espurias de otras fuentes de señales eléctricas, producidas por alguna radiación electromagnética. Todos estos factores contribuyen a limitar la longitud de las líneas y las tasa de bits con las que obtenemos resultados confiables [2].

Otro medio de transmisión que se ha difundido mucho y con el cual se trabajó uno de los diseños en mención son los enlaces terrestres de microondas; los cuales se establecen cuando no resulta práctico o costoso instalar medios de transmisión físicos; por ejemplo, de un lado a otro de un río o quizá un pantano o un desierto, o en el caso del diseño expuesto ciudades distantes. Debido a que el haz de microondas viaja a través de la atmósfera, puede sufrir perturbaciones por factores como construcciones o condiciones climáticas adversas; también se usan ondas de radio de baja frecuencia en lugar de enlaces fijos para cubrir distancias más modestas con transmisores y receptores terrestres.

Por otra parte, un elemento fundamental en las comunicaciones por computador lo constituye la plataforma informática a utilizar o el sistema operativo instalado en la máquina.

Por sí sola, una computadora es un conjunto de metal, silicio, equipo de comunicación y material magnético. Son los programas de aplicaciones los que hacen que una computadora sea útil a sus usuarios. Las aplicaciones pueden variar desde el tratamiento de textos, pasando por la escritura de compiladores hasta la generación de nuevos sistemas operativos. [3].

Para el Desarrollo del último proyecto (Instalación y configuración de servidores de hypermail y chat) se trabajó sobre la plataforma informática Linux.

Linux es un moderno y popular sistema operativo, de distribución libre, creado hace más de media década por el joven finlandés Linus Torvalds, mientras éste realizaba estudios universitarios en la Universidad de Helsinki.

Este proyecto se basó en un sondeo de los servidores existentes con la finalidad de estudiar los requisitos a tener en cuenta cuando se realizara la instalación del software pertinente, además de varias pruebas de ensayo y error utilizando diferentes versiones del software a utilizar.

1 DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS A REALIZAR

1.1 DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES POR LINEA DE POTENCIA (PLP)

El objetivo era realizar una red de comunicaciones a partir de un diagrama unifilar* entregado por el docente encargado de la asignatura, con las siguientes consideraciones: Considerar como máximo seis

* Diagrama Unifilar. Diagrama esquemático que muestra la ubicación, forma de comunicación, distancia y voltaje de cada línea.

concentradores, uno de los cuales será el EMS, localizados en la subcentral de 230 Kv o de 115 Kv; desde el centro de control (EMS) hasta cada subcentral se debe implementar un canal de voz y un canal de datos de 2400 Bps; desde el EMS hasta cada una de las subcentrales asociadas con generación térmica o hidráulica, se debe habilitar un canal de fax; todas las líneas de 230 Kv deberán disponer de la función de Tele protección; desarrollar un diagrama de equipamiento por cada concentrador en Autocad ® versión 12, 13 o 14, ploteado en formato de 50 cm x 70 cm con los formatos de ingeniería.

1.2 DISEÑO DE UNA RED DE RADIOCOMUNICACIONES

El objetivo de éste proyecto era implementar los conceptos vistos en la materia diseñando una red de radiocomunicaciones que involucrara la estación central, en este caso la UNAB y las estaciones terminales: Barbosa, Puente Nacional y Piedecuesta. Requisitos: Elaboración de perfiles planos y en carta $k=4/3$; elaborar el diseño de equipamiento de todas las estaciones; documento técnico detallando como se llegó al diseño final y realización del presupuesto.

1.3 INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN SERVIDOR DE CHAT Y UN SERVIDOR DE HYPERMAIL

El objetivo de este proyecto era afianzar los conocimientos mediante la práctica y la investigación de éste sistema operativo (Linux). Se realizó en varias etapas: Investigación de conceptos; sondeo de software existente; estudio de requerimientos e instalación del software pertinente.

2. DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES POR LINEA DE POTENCIA (PLP)

Un sistema de comunicación de onda portadora por línea de potencia utiliza las líneas eléctricas y centros de transformación existentes para intercambiar información entre dos lugares o subestaciones.(Véase la Figura 1). Para llevar a cabo la elaboración de este diseño, tomamos como referencia los conocimientos teóricos adquiridos previamente sobre sistemas de transmisión por onda portadora (PLP) e iniciamos con el análisis del diagrama unifilar con el fin de establecer el concentrador óptimo para cada estación y la distribución de las mismas, así como también el centro de control a utilizar. Los concentradores deben tener una ubicación estratégica para poder conectar el mayor número de subcentrales, debido a que cuando la información pasa por más de tres líneas es posible que se presente atenuación y pérdida de información, una vez escogidos los concentradores se debe decidir cuál será la estación que hará las veces de EMS o centro de control el cual sirve como centro de operaciones y monitoreo.

Los criterios que se tuvieron en cuenta para la elaboración del diseño fueron los siguientes: Que la subcentral seleccionada como concentrador tenga: el mayor número de líneas llegando a ella, inyección de generación hidráulica o térmica ya que ahorra canal para el fax asociado, un buen número de líneas de 230 kv soluciona tele protección con FG. En lo posible se trató de buscar una ruta que no involucre más de una subestación intermedia antes de llegar al concentrador seleccionado, que el EMS (*Energy Management System*) sea un concentrador, esto optimiza el diseño.

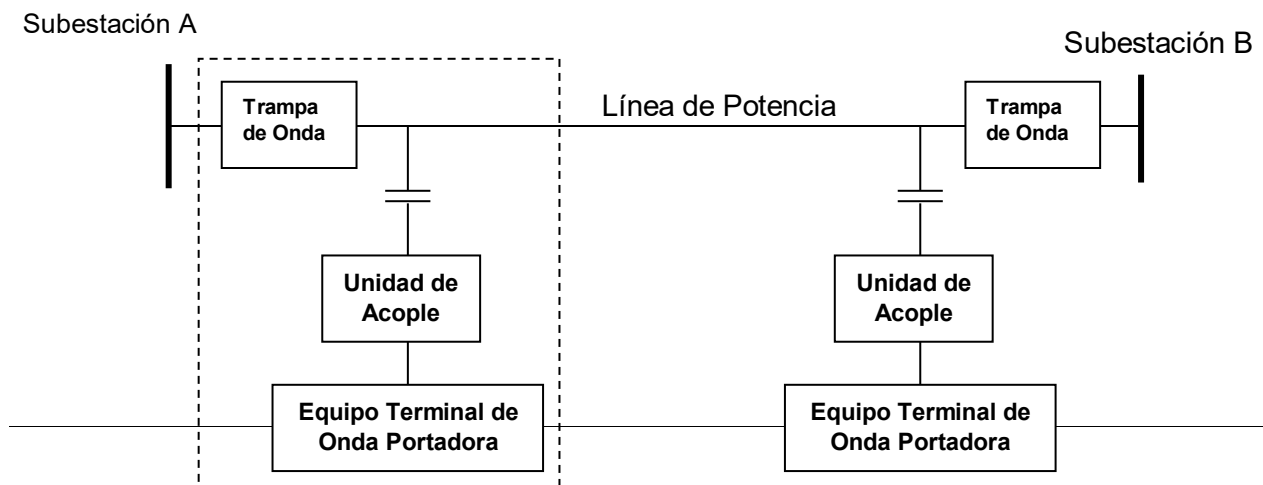


Figura 1. Enlace PLP básico [6]

Fuente: W. Everitt y G. Anner: Ingeniería de comunicaciones. Editorial Arbo S.A.C.I. Buenos Aires, Argentina, 1961

Luego de realizado el análisis y teniendo en cuenta las consideraciones iniciales se procedió a estudiar los requerimientos específicos del diseño; en el cual como se dijo en un principio deben implementarse canales de voz y datos en cada una de las estaciones y acondicionar los equipos terminales necesarios para tal fin; además de la utilización de filtros pasabandas para los enlaces entre subestaciones. Estos dispositivos permiten el paso de un rango de frecuencias (entre 50 khz – 500khz) con baja atenuación, mientras que las frecuencias por fuera de este rango encuentran una alta atenuación [1].

Finalmente se procedió a realizar los diagramas de equipamiento y el respectivo presupuesto del diseño.(Véase la Figura 2).

Cada diagrama de equipamiento contiene el esquema gráfico de la forma en la cual las estaciones se conectan a cada concentrador, esto es, número de estaciones intermedias antes de llegar al concentrador, equipos que permiten la comunicación entre cada estación y número de líneas empleadas en el enlace.

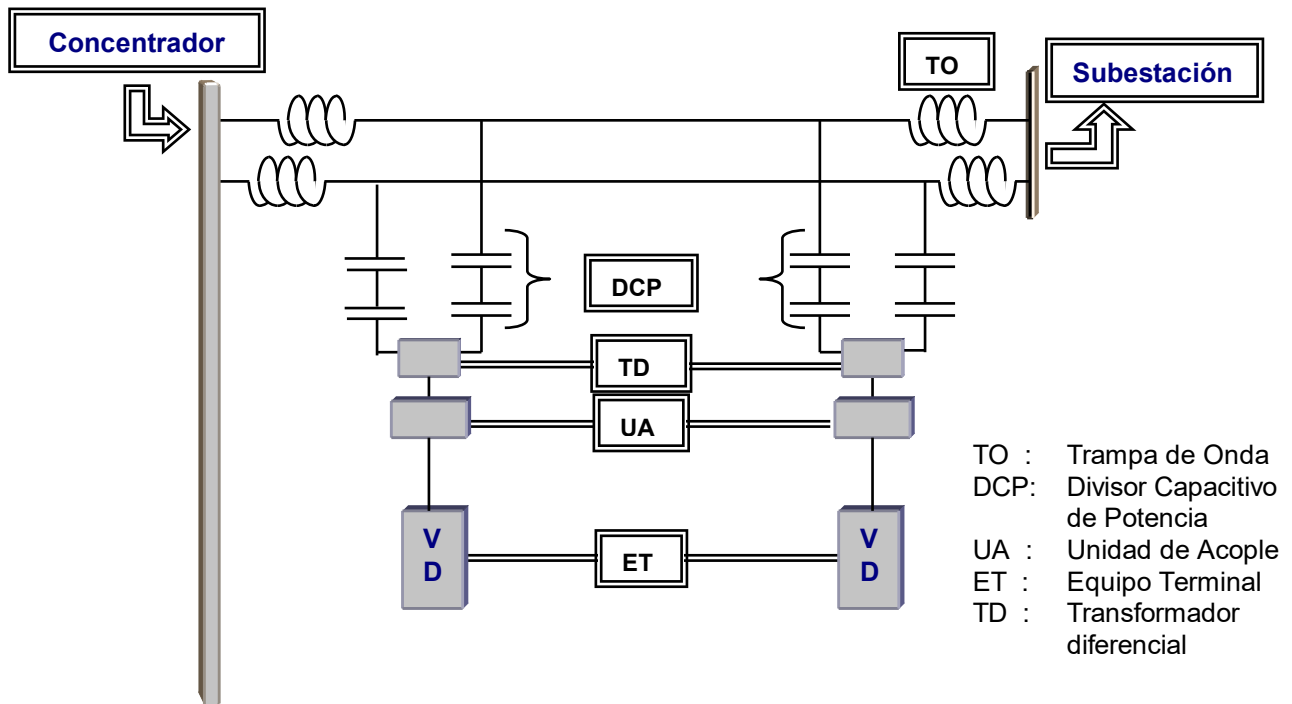


Figura 2. Diagrama de Equipamiento

Seguidamente de establecer los diagramas de equipamiento se procedió a desarrollar el diagrama de mariposas con el objeto de realizar la correspondiente asignación de frecuencias para cada estación, y cuyo significado es la representación gráfica de los rangos de frecuencias tanto de transmisión como de

recepción asignados, teniendo en cuenta algunos aspectos técnicos como: A líneas de tensión largas se asignan frecuencias bajas, a líneas de tensión cortas se asignan frecuencias altas; al mismo tiempo se tuvo en cuenta una consideración especial: Una frecuencia se puede reasignar dejando de por medio 2 subestaciones si existe cambio de tensión; o dejando de por medio 3 subestaciones si no existen cambios de tensión.

El presupuesto realizado incluyó los valores de los equipos a utilizar, costos adicionales como diseño, montaje, prueba y utilidades.

3. DISEÑO DE UNA RED DE RADIOCOMUNICACIONES

Como se conoce, a diferencia de las redes que implican alambre o fibra óptica, las redes que utilizan transmisión de radiofrecuencia no requieren una conexión física directa entre los computadores, sino que cada computador se conecta a una antena que puede transmitir y recibir radio frecuencias.

La comunicación por microondas es una versión de mayor frecuencia que las ondas de radio, en lugar de difundirse en todas direcciones, ésta transmisión puede dirigirse, lo que impide que otros intercepten la señal, además puede transmitir más información que las transmisiones por radio frecuencia. Pero cabe destacar que para que la comunicación entre dos lugares sea efectiva debe haber punto de vista, es decir visibilidad para dirigir la señal.

En el diseño realizado se involucró la comunicación vía microondas para comunicar cada una de las estaciones, el diseño partió de una serie de consideraciones entregadas por el docente, las cuales incluyen: Diseñar una red de comunicaciones que involucre la estación central: UNAB y las estaciones terminales: Barbosa, Puente Nacional y Piedecuesta, Elaborar los perfiles planos y la carta $k=4/3$, realizar el equipamiento de todas las estaciones y el presupuesto del proyecto.

Partiendo de ésta base se procedió a adquirir los mapas cartográficos en el Instituto Agustín Codazzi, y a partir de éstos trazar los perfiles planos para observar las alturas y posibles obstáculos entre la conexión, mediante éstos perfiles podemos escoger los sitios más altos donde se han de colocar las antenas repetidoras, después podemos escoger la topología óptima de red. (Véase la Figura 3). Entre algunos de los criterios para escoger los puntos repetidores se encuentran: Que fueran lugares altos, con acceso de energía y preferiblemente que ya existan estaciones repetidoras para poder subarrendar.

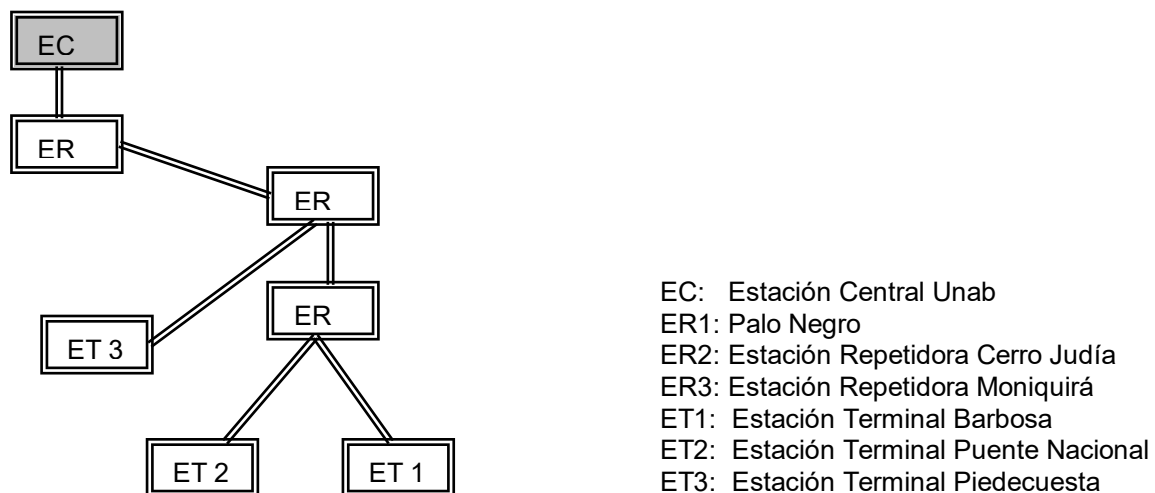


Figura 3. Topología óptima de Red

Luego de la ubicación de las estaciones repetidores, seguimos realizando una depuración que consiste en realizar el análisis de fresnel, análisis que permite verificar que no haya ninguna interferencia u

obstáculos alrededor del radio de transmisión de la señal, “las zonas de fresnel están formadas por un conjunto de elipsoides concéntricos, cuyo eje mayor es la línea recta que enlaza las antenas transmisora y receptora cuyos focos de radiación coinciden con los focos de los elipsoides” [6]. La información sobre los equipos de radiocomunicaciones fue suministrada por RCN y la colocación de las antenas en éstos sitios nos asegura y facilita una correcta transmisión y recepción de la señal ya que existe un punto de vista adecuado entre cada uno de ellas.

Como se mencionó en un principio, las ondas de radio viajan en línea recta, por ello en el diseño debemos considerar la curvatura de la tierra como un elemento que puede interferir con la transmisión de la señal, por ende, trazamos los perfiles en carta $k=4/3$, que a diferencia de los perfiles planos ajusta la gráfica a la curvatura terrestre brindando una mayor aproximación del comportamiento de la señal del enlace. (Véase la Figura 4).

Como última instancia se diseñó el diagrama de equipamiento necesario para cada estación y el presupuesto final del proyecto. Los diagramas de equipamiento muestran los equipos que son necesarios y cuantos canales transmiten, éstos equipos difieren según sean estaciones terminales, repetidoras o estación central. (Véase la Figura 5).

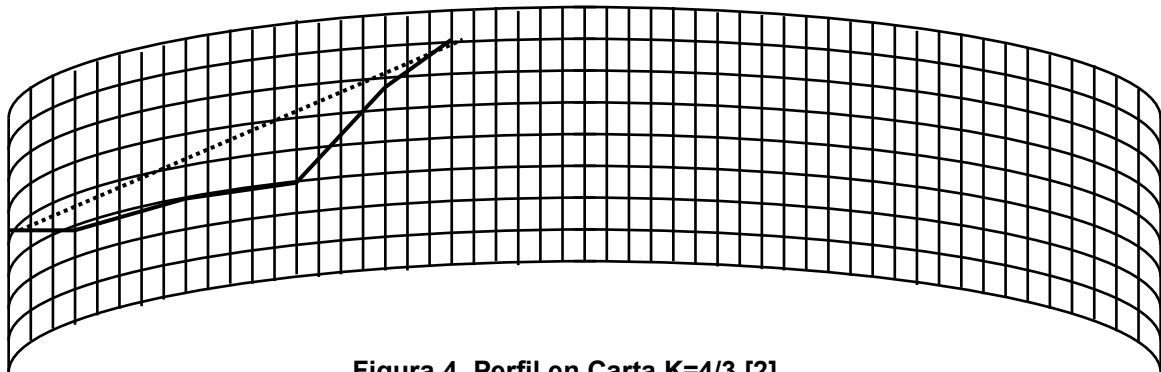


Figura 4. Perfil en Carta $K=4/3$ [2]

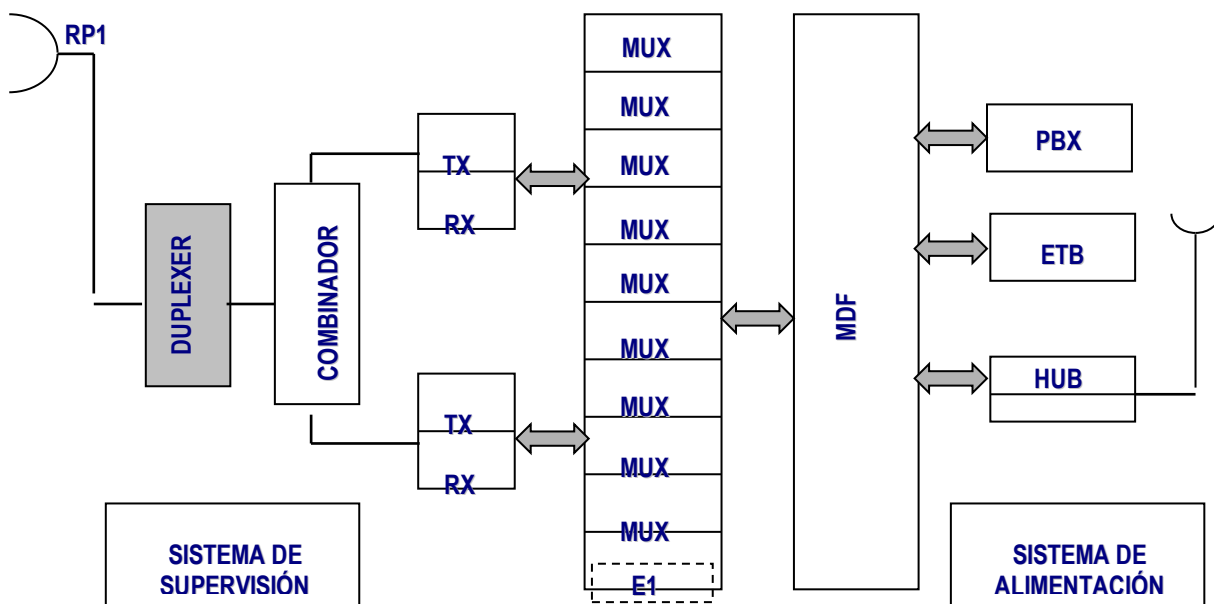


Figura 5. Diagrama de Equipamiento

Adicionalmente y conociendo la cantidad de equipos a utilizar en cada tipo de estación se realizó la correspondiente asignación de frecuencias.

4. INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN SERVIDOR DE CHAT Y UN SERVIDOR DE HYPERMAIL

Linux es un sistema operativo tipo Unix de libre circulación (gratis) creado por Linus Torvalds con la asistencia de desarrolladores alrededor del mundo. Bajo este sistema operativo se desarrollaron dos proyectos: Instalación y configuración de un servidor de hypermail e instalación, configuración y puesta en marcha de un servidor de chat.

4.1 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE UN SERVIDOR DE HYPERMAIL

4.1.1 Concepto hypermail. Hypermail es un programa que toma un archivo de mensajes de correo en formato UNIX mailbox y genera un grupo referenciado de documentos HTML. Cada archivo creado representa un mensaje separado en el archivo de correo y contiene links de otros artículos, de esta forma puede ser buscado de diferentes maneras siguiendo los links. Los archivos generados por Hypermail pueden ser actualizados incrementalmente, y Hypermail esta fijado por defecto para actualizar los archivos solamente cuando los cambios son detectados.

Cada archivo HTML que es generado para un mensaje contiene (algunos no siempre están presentes):

El asunto del mensaje, el nombre y el mail del remitente, la fecha en la cual fue enviado el mensaje, links al mensaje anterior y siguiente en el archivo.

Para complementar cada grupo de mensajes HTML, son creados cuatro archivos de índice, los cuales ordenan los artículos por fecha de recepción, grupo, asunto y autor. Cada entrada en estos archivos de índice son links a los artículos individuales y proveen una visión general de todos los mensajes archivados.

Hypermail fue originalmente diseñado y desarrollado por Tom Gruber para Enterprise Integration Technologies (EIT). Más adelante fue reescrito en lenguaje C por Kevin Hughes. Hypermail esta siendo mantenido actualmente por Kent Landfield.

4.1.2 Software utilizado. Para la realización de éste proyecto se utilizó el software MhonArc versión 2.4.6, el cual está escrito en Perl, ya que este software ofrece varias ventajas con respecto a otros como por ejemplo convertir el estándar MIME a HTML, un índice principal personalizable, entre otras.

Perl es un lenguaje de programación de alto nivel desarrollado por Larry Wall. Perl ha llegado a ser uno de los más importantes lenguajes de scripting de la Web, ya que la mayoría de programas CGI están escritos en Perl, de cualquier manera, Perl es ampliamente usado como un lenguaje de desarrollo rápido de aplicaciones.

Otro software que se recomienda a la hora de instalar su servidor de Hypermail es el hypermail que se encuentra en la pagina oficial de Hypermail [7].

4.1.3 Instalación del software. Previamente a la instalación del servidor se debe tener instalado el Perl. Además se debe contar con un servidor de e-mail.

4.1.3.1 Instalación de perl. Si de antemano no se posee este software se debe proceder como se indica a continuación:

Bajar el respectivo software, en este caso lo puede conseguir en la dirección: <http://www.perl.com/pub/language/info/software.html#stable>, procediendo a descomprimir el archivo en una carpeta.

4.1.3.2 Instalación del servidor. Los siguientes son los requerimientos para usar el MHonArc: Perl 5 instalado, Los módulos Getopt::Long y Time::Local deben estar instalados. Estos módulos son parte de la distribución standard de Perl. Los siguientes comandos pueden ser usados para verificar que los módulos estén instalados en su sistema:

```
[shell]# perl -MGetopt::Long -MTime::Local -e ';' Si recibe algún mensaje de error, su instalación de Perl esta incompleta a desconfigurada.
```

4.2 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE UN SERVIDOR DE CHAT

4.2.1 Instalación del software. Para la realización de la instalación se utilizó el software Perlchat versión 0.1, el cual está escrito en Perl, ya que este software ofrece varias ventajas como lo son: Poseer el servidor y el cliente en un mismo archivo, la facilidad de poderlo trabajar bajo redes LAN y también que trabaja sobre varias plataformas con lo cual se puede tener diversidad de clientes (no solo usuarios de Linux).

Otro software que recomiendo a la hora de instalar su servidor de chat es el Melange el cual posee por separado su software para cliente. Previamente a la instalación del servidor se debe tener instalado el Perl. Además se debe contar con un servidor de e-mail.

4.2.1.1 Instalación del servidor. Previamente a la instalación del servidor se debe tener instalado los siguiente paquetes: Perl (Recomendado versión 5.6), TermReadkey, Tk800.022.

4.2.1.2 Instalación de perl. Si de antemano no se posee este software se debe proceder como se indicó anteriormente.

4.2.1.3 Instalación del tk800.022. Bajar el respectivo software, descomprimir el archivo siguiendo el procedimiento especificado anteriormente, Instalación final del Tk800.022: [Shell]# perl Makefile.PL (Enter) [Shell]# make (Enter) [Shell]# make test (Enter) [Shell]# make install (Enter). Si no se ha recibido un mensaje de error, el Tk800.022 ha sido instalado satisfactoriamente, por el contrario si se recibió algún mensaje de error se debe revisar la documentación adjunta al archivo para conocer el motivo del mismo y el procedimiento a seguir.

4.1.2.4 Instalación del termreadkey. Bajar el respectivo software, descomprimir el archivo siguiendo el procedimiento especificado anteriormente, instalación final del TermReadKey [Shell]# perl Makefile.PL (Enter) [Shell]# make test (Enter) [Shell]# make install (Enter).

Luego de cumplir con los requisitos anteriores se puede proseguir con la instalación y configuración del chat server: Bajar el respectivo software [8] (perlchat-0.1.1.tar.gz), por último se realiza la descompresión del archivo (por defecto el sistema crea una carpeta llamada Perlchat).

Se debe ubicar el archivo server.pl dentro de la carpeta en la cual se ha hecho la descompresión, y dando clic derecho buscamos en el menú la opción de abrir el archivo mediante un editor de texto. Luego procedemos a realizar la configuración del socket (puerto), para lo cual buscamos la línea que figura de la siguiente manera: \$port = 6666; # change this at will

Cambiándolo por un número menor que 100. (Se recomienda utilizar el puerto 90 para no interferir con las demás servidores).

4.2.1.5 Instalación del cliente. En este paquete el servidor y el cliente vienen dentro del mismo software el cual se ha bajado anteriormente, por lo tanto se puede copiar el archivo client.pl, a la máquina en la cual se instalará el cliente.

Previamente se deben haber instalado los paquetes del tk800.022, el TermReadKeyd y el Perl. (como se indicó anteriormente).

5. CONCLUSIONES

5.1. Comparando las líneas de energía y las de comunicaciones, a partir de los diseños realizados, se puede decir que las primeras utilizan una sola frecuencia, en tanto que las líneas de comunicaciones utilizan banda ancha de frecuencias.

5.2. La conexión a utilizar para unir dos subestaciones depende de la longitud de las líneas y de la confiabilidad exigida.

5.3. Siempre que se realice un proyecto de comunicaciones por microondas es básico informarse de los sitios actuales donde existen ya antenas repetidores, puede ahorrar costos, además de implicar ventajas de operabilidad.

5.4. La modalidad de los cursos de formación avanzada permiten además de adquirir conocimientos amplios en el área de las comunicaciones, involucrar al estudiante de últimos semestres en un mundo próximo a él donde los avances tecnológicos y las experiencias transmitidas de gerentes y funcionarios de importantes compañías lo hacen reflexionar sobre su futuro inmediato llevándolo a capacitarse día a día.

5.5 Se logró un mayor conocimiento en el área de las telecomunicaciones específicamente en el aspecto de diseño e implantación de redes. Además se promovió el interés por la investigación y las tecnologías de punta.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] J.G.Tomás; S.G. Fernando y M. P. Velthuis. Redes para proceso distribuido. RA-MA Editorial, México 1997.

[2] F. Halsall. Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos. Addison.Wesley Publishers Ltd; E.U.A. 1998.

[3] R. Morgan y H. McGilton. Introducción al unix sistema V. McGraw-Hill; España 1989.

[4] E. C. Centeno. Manual de comunicaciones. interconexión eléctrica S.A. Ed. UPB. 1987

[5] C. E. Galeano. Material de apoyo especialización en telecomunicaciones. UNAB. 1999

[6] W. Everitt y G. Anner. Ingeniería de comunicaciones. Editorial Arbo S.A.C.I Buenos Aires, Argentina, 1961

[7] M. Welsh. Página oficial de lanfield. <http://www.lanfield.com>, Septiembre 1995. (Mayo 2000)

{8} CURRENT DIRECTORY. <ftp://download.sourceforge.net/pub/sourceforge/perlchat/>, Julio 2000. (Septiembre 2000.)

