



PERTURBACIONES
EN TRANSMISIÓN



CODIFICACIÓN
DIGITAL

FIBRA
ÓPTICA

MEDIOS DE
TRANSMISIÓN

CONTROL DE
FLUJO

CONMUTACIÓN
DE DATOS

CORRECCIÓN DE
ERRORES



COMUNICACIÓN DE DATOS

CONSORCIO PUBLICITARIO
IMPRESION DIGITAL & PUBLICIDAD

Soluciones informáticas...

Mantenimientos
Actualizaciones
Asesorías - reparaciones
Equipos de alto desempeño
Cableado estructurado - Redes
Software, hardware y accesorio

Carrera 28 No. 44-06
Tel. 6433120 Cel. 300 2088225

email: pcclinic@intercable.net.co

Inicio Bucaramanga - Col



YA CONOCE LAS
VENTAJAS DE
LA IMPRESIÓN
DIGITAL.
ÚSELAS...

Pendones Interiores y Exteriores - Vallas - Fotografía a gran formato
Brochures - Catálogos de productos - Souvenirs - Afiches
Impresión digital en pequeño y gran formato, y publicidad exterior

Carrera 28 No. 44-06 Tel. 65757
Bucaramanga Colombia



Editores

Hugo Vecino Pico.

Wilson Briceño Pineda.

Germán Oliveros Villamizar.

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Comité Editorial

Juan Carlos García Ojeda
Docente Investigador-UNAB

Gareth Barrera Sanabria
Docente Investigador-UNAB

Freddy Méndez Ortiz
Docente Investigador-UNAB

Olga Lucía Monroy Vecino
Docente Investigador - UNAB

Carlos Gilberto Delgado Beltrán
Gerente de Tecnología Fundación Mundial de la Mujer

Edgar Agudelo Acuña
Docente - UNAB

Contenido

- Desarrollo e implementación de un multiplexor y demultiplexor por división de tiempo para la transmisión de señales digitales, triangulares y análogas.
- Proyecto de simulación computacional de la transformada de fourier discreta en sus aplicaciones físicas (transmisión de datos).
- Medición de pérdida de la potencia y retraso en la transmisión de datos en fibra óptica multimodo.
- Opnet: modelado de infiniband(iba).
- Construcción de un escenario para la transmisión de datos mediante el uso de telefonía ip en el laboratorio de telecomunicaciones de la unab.
- Construcción de un escenario para la transmisión de datos mediante una wireless lan, en el laboratorio de telecomunicaciones de la unab.
- Simulación de los algoritmos de programación simple round robin, exhaustivo y srtn, en la tecnología bluetooth.
- Congestion control and traffic management.
- Conmutación de paquetes.
- Simulación computacional para la detección y corrección de errores.
- Descripción de procedimientos para el muestreo y reconstrucción de señales.
- Planeación, diseño y desarrollo de un software didáctico para el cálculo de las perturbaciones en la transmisión de datos.
- Descripción de los principales puertos usados en la comunicación de datos.
- Esquemas de codificación nrz-l, nrz-i, bipolar ami, pseudoternario, manchester, manchester diferencial, B8zs y hdb3 para la transmisión de datos digitales usando señales digitales.

Editorial

Esta revista ha sido concebida como un espacio de divulgación para los estudiantes de ingeniería, específicamente aquellos interesados en el área de la comunicación de datos digitales y analógicos, las telecomunicaciones y redes de computadores.

Este producto es el esfuerzo mancomunado de los estudiantes, docentes y directivos de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, quienes han mostrado una actitud proactiva, en la redacción de artículos, evaluación de los mismos y consecución de recursos, para que este espacio académico se haga realidad. Es importante resaltar, que este es un proyecto ambicioso, y se consolidará como una importante herramienta académica, invitamos a los estudiantes y profesores e investigadores en el área de las comunicaciones, a que se vinculen con sus aportes.

En esta ocasión, los estudiantes de sexto semestre de la facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, en el marco del Semillero de Comunicaciones Alexander Graham Bell, serán quienes con sus aportes nos dejen ver, el trabajo realizado durante el primer semestre del año en curso, se incluyen temas tales como, multiplexación, uso de la transformada de fourier para la comunicación de datos, descripción de las perturbaciones en la transmisión, técnicas para la reconstrucción y el muestreo de señales, descripción de las técnicas de conmutación de paquetes, comunicación wireless lan, medición de la pérdida de potencia en la transmisión de datos en fibra óptica, entre otros.

Finalmente, darle las gracias a todos los profesores e investigadores, quienes sirvieron como evaluadores de artículos, pues ellos representan un apoyo muy grande para esta revista.

Bucaramanga, Mayo de 2005

Hugo Vecino Pico
Docente-Investigador.
Universidad Autónoma de Bucaramanga.

INDICE

	Pag.
Desarrollo e implementación de un multiplexor y demultiplexor por división de tiempo para la transmisión de señales digitales, triangulares y análogas.	5
Proyecto de simulación computacional de la transformada de fourier discreta en sus aplicaciones físicas (transmisión de datos).	18
Medición de pérdida de la potencia y retraso en la transmisión de datos en fibra óptica multimodo.	24
Opnet: modelado de infiniband(iba).	31
Construcción de un escenario para la transmisión de datos mediante una wireless lan, en el laboratorio de telecomunicaciones de la unab.	44
Simulación de los algoritmos de programación simple round robin, exhaustivo y srtn, en la tecnología bluetooth.	51
Congestion control and traffic management.	58
Conmutación de paquetes.	68
Simulación computacional para la detección y corrección de errores.	76
Descripción de procedimientos para el muestreo y reconstrucción de señales.	85
Planeación, diseño y desarrollo de un software didáctico para el cálculo de las perturbaciones en la transmisión de datos.	93
Descripcion de los principales puertos usados en la comunicación de datos.	104
Esquemas de codificación nrz-l, nrz-i, bipolar ami, pseudoternario, manchester, manchester diferencial, B8zs y hdb3 para la transmisión de datos digitales usando señales digitales.	113
Construcción de un escenario para la transmisión de datos mediante el uso de telefonía IP en el Laboratorio de Telecomunicaciones de la UNAB.	119

Desarrollo e Implementación de un Multiplexor y Demultiplexor por División de Tiempo para la Transmisión de Señales Digitales, Triangulares y Análogas

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
 Facultad de Ingeniería de Sistemas
 Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
 Adriana P. Mayorga, José L. Martínez, Hugo Vecino P.
 e-mail: {amayorga, jmartinc, hvecino}@unab.edu.co
 Bucaramanga, Mayo de 2005

Resumen

Los multiplexores son herramientas importantes en la comunicación de datos, debido a que permiten el envío de diferentes señales a través de un solo medio. En la actualidad, son aplicados en diversas áreas entre las que se encuentran seguridad, redes telefónicas, redes internas, entre otras.

El proyecto esta compuesto por un laboratorio, que consistió en el montaje de un sistema de multiplexación para la transmisión de señales senoidales, triangulares y cuadradas. Estas últimas se generaron a través de un software que emite señales por medio del puerto paralelo. Todo este proceso se encuentra documentado en una página Web como memorias del desarrollo del proyecto, donde se podrá hallar información y especificaciones acerca del mismo.

Finalmente, se obtuvo la representación de un sistema de multiplexación que trabaja con señales generadas desde

diferentes dispositivos como un generador de funciones, un software

generador de configuraciones de señales cuadradas y mediante la implementación del generador de funciones de *MATLAB* que se transmiten por medio de un cable stereo, obteniendo una señal multiplexada que es transmitida para posteriormente ser demultiplexada y enviada a sus respectivos canales.

Palabras clave: Multiplexación, multiplexador, demultiplexador, TDM (Multiplexación por división de Tiempo), transmisión de señales.

1. Introducción

La multiplexación es una técnica que permite un uso eficiente de las líneas de telecomunicación de alta velocidad, mediante el uso de un solo medio de transmisión para el transporte o envío de diferentes señales como se muestra en la Fig. 1. [1].

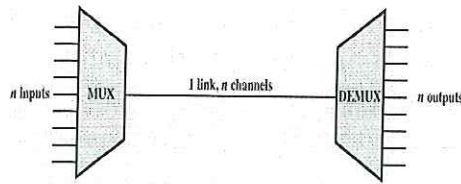


Fig. 1. Sistema de Multiplexación

Entre los tipos de técnicas de multiplexación encontramos: Multiplexación por División de Frecuencias (FDM) utilizada en radio y televisión, Multiplexación por División de Tiempo (TDM) conocida también como División Asíncrona, Multiplexación por División en el Tiempo Estadística, entre otras. [2]

Este proyecto se desarrolló con la técnica de multiplexación por división en el tiempo que consiste en la transmisión de señales digitales o analógicas que transportan datos digitales a través de una única ruta de transmisión, mediante la mezcla temporal de partes de cada una de las señales, las cuales se envían en tramas repetitivas que constan de un conjunto de ranuras temporales que son asignadas a cada fuente transmisora de señales como se ilustra en la Fig. 2. [1]

La multiplexación empleando la técnica TDM es posible, cuando la velocidad de transmisión alcanzable por el medio excede la velocidad de las señales a transmitir. [3]

Fig. 2. Multiplexación por División de Tiempo

La TDM, del inglés *Time Division Multiplexing*, es utilizada en los sistemas de transmisión digitales. En ella, la anchura de banda total del medio de transmisión es asignada a cada canal durante una fracción del tiempo total (intervalo de tiempo). [3]

En la Fig. 3 se representa, un conjunto multiplexor-desmultiplexor que utiliza la técnica de división de tiempo. [3]

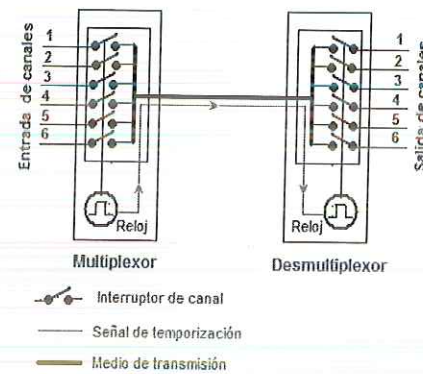


Fig. 3. Conjunto multiplexor-desmultiplexor por división de tiempo

2. Descripción de Materiales

Para el desarrollo del laboratorio se hace necesario la construcción de dos circuitos que cumplan con la función de un multiplexor y demultiplexor, para esto se requieren una

cantidad (referenciada entre paréntesis) de los siguientes materiales:

2.1 Materiales para la construcción del Multiplexor

Para la elaboración del montaje del multiplexor se necesita los siguientes implementos electrónicos:

Integrado 4001

Puerta NOR de 4 entradas cuádruple. Sus salidas presentan inmunidad al ruido y la impedancia. [4]. Este integrado se muestra en la Fig. 4 y Fig. 5.

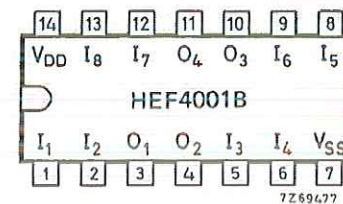


Fig. 4. Diagrama Dispositivo C-MOS 4001

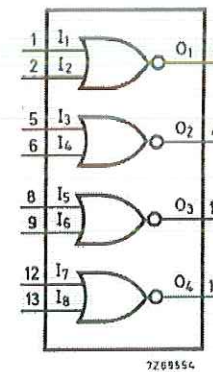


Fig. 5. Diagrama Funcional C-MOS 4001

Integrado 4029

El CD4029 consiste en un circuito integrado de 16 pines bastante complejo que tiene una estructura de puertas que permiten contar, incrementar o decrementar, tanto en binario como en decimal. [5] Posee unas entradas paralelas para prefijar una cuenta. El diagrama del dispositivo Fig. 6 y el diagrama funcional de la Fig. 7 representan un integrado 4029. [4].

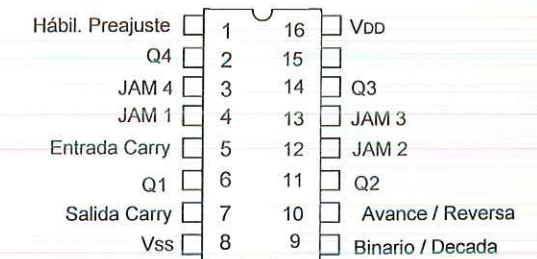


Fig. 6. Diagrama Dispositivo CD4029.

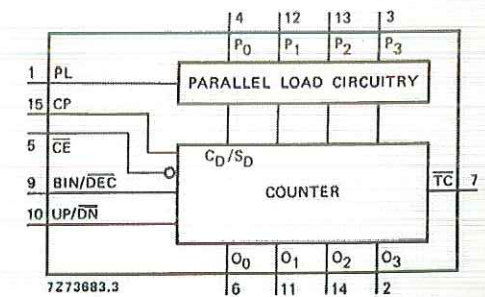


Fig. 7 Diagrama Funcional CD4029

Integrado 4051

Multiplexor/ demultiplexor de 8 canales como se muestra en la Fig. 8 y Fig. 9. [4].

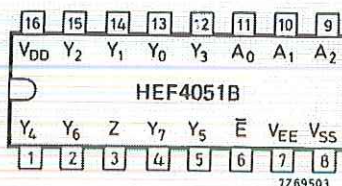


Fig. 8. Diagrama Dispositivo 4051

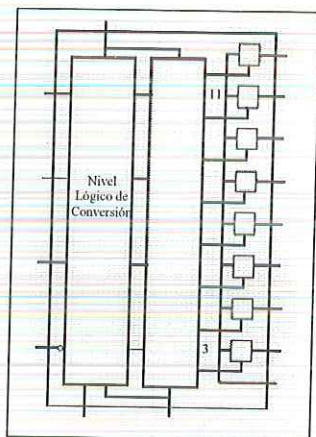


Fig. 9. Diagrama Lógico 4051

Amplificador LM 311, Fig. 10 [6]

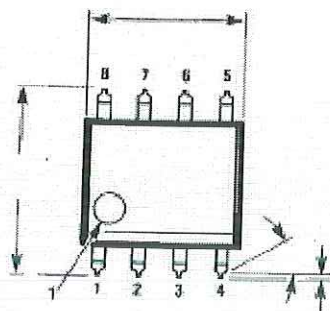


Fig. 10. Diagrama Amplificador LM311

Integrado 8038, Fig. 11, Fig. 12. [7]



Fig. 11. Diagrama Dispositivo 8038

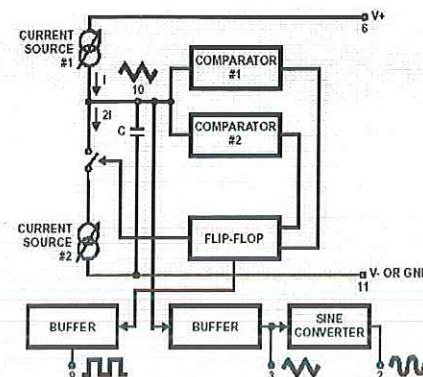


Fig. 12 Diagrama Lógico

2.2 Materiales para la construcción del Demultiplexor

Para la elaboración del montaje del demultiplexor se necesita los siguientes implementos electrónicos:

- ◆ Integrado LM 2907
- ◆ Integrado 4029
- ◆ Integrado 4051
- ◆ Amplificador LM 311
- ◆ Integrado 4001

2.3 Otros Materiales para la construcción del circuito en general.

Potenciómetros 10 k Ω (2)

Son resistencias variables como las que se muestran en la Fig. 13, en su interior tienen una pista de carbón y un cursor que la recorre. Según la posición del cursor el valor de la resistencia de este componente cambiará. [8]

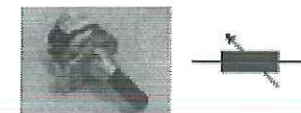


Fig. 13. Potenciómetro

Resistencias [5]

Presentan una cierta resistencia al paso de la corriente, sus valores están dados en Ohmios, según un Código de colores, que podemos encontrar en [9]. Las resistencias son como las mostradas en la Fig. 14



Fig. 14. Resistencia

Se requieren con las siguientes configuraciones:

- ◆ 100 K Ω (2)
- ◆ 100 Ω, 22 Ω
- ◆ 27 Ω (2)
- ◆ 68 Ω (2)
- ◆ 330 K Ω (2)
- ◆ 1 k Ω (4)
- ◆ 10 K Ω (15)

Capacitores

Estos son componentes que pueden almacenar pequeñas cargas eléctricas, su valor se expresa en picofaradios o

nanofaradios, como se muestra en la Fig. 15. [5].



Fig. 15. Capacitores

Se requieren con las siguientes configuraciones:

- ◆ μF (1)
- ◆ $0.0033 \mu F$ (1)
- ◆ μF (1)
- ◆ $0.047 \mu F$ (1)
- ◆ $0.47 \mu F$ (3)
- ◆ $10 \mu F$ (2)

Diodo 1N 4001

Al igual que los LED's sus terminales son ánodo y cátodo (este último, identificado con una banda en uno de sus lados), a diferencia de los LED's éstos no emiten luz, como se muestra en la Fig. 16. [5].



Fig. 16. Diodo

2.4 Equipo de Laboratorio

- ◆ Multímetro
- ◆ Osciloscopio
- ◆ Generador de Funciones
- ◆ Fuente de bajo voltaje
- ◆ Protoboard (2)

3. Propuesta de Desarrollo

Para entender correctamente el funcionamiento de un multiplexor y demultiplexor, se hace indispensable la construcción de un circuito electrónico que represente la estructura funcional de los mismos.

En el cual se utilizan integrados que se comporten de manera sincronizada para permitir la obtención de la respectiva señal multiplexada, para posteriormente, a través de un demultiplexor, enviar cada señal transmitida por el emisor, al canal original del cual fue enviado.

3.1 Descripción del Laboratorio de multiplexación por División del tiempo.

El primer paso a realizar es la construcción de un circuito multiplexor

en una protoboard como la mostrada en la Fig. 17. [10]

En el circuito, el integrado 8038 se encarga de generar funciones senoidales y triangulares de bajas frecuencias. Para poder alimentar el circuito se debe aplicar 10 VDC y observar las formas de onda en S 1 Y S 2. Además, se debe medir la frecuencia de estas dos señales.

El segundo paso es ajustar el potenciómetro hasta que produzca aproximadamente 9 VDC y posteriormente, por medio de un dispositivo generador de funciones, proporcionar al circuito una señal cuadrada de 5 - V con una frecuencia de 30 - Hz. El circuito posee también un reloj (4029) que maneja un contador binario, el cual suministra al multiplexor (4051) de 1 a 8 estados.

Para reducir la complejidad del circuito, los canales 1, 3, 5, y 7 del 4051 son usados para la

transmisión de datos. Mientras que los canales 4, 6 y 8 de entrada van conectados a tierra. Por medio de un osciloscopio se podrá observar la salida del multiplexor en S3, la cual estará compuesta por las diferentes señales transmitidas (senoidal, triangular y cuadrada).

El tercer paso consiste en construir el demultiplexor expuesto en la Fig. 18. [10]. Después de esta labor se debe aplicar 10 VDC a este circuito, y conectar a través de un jumper la S3 con la S4. Esto conecta la salida del multiplexor a la entrada del demultiplexor.

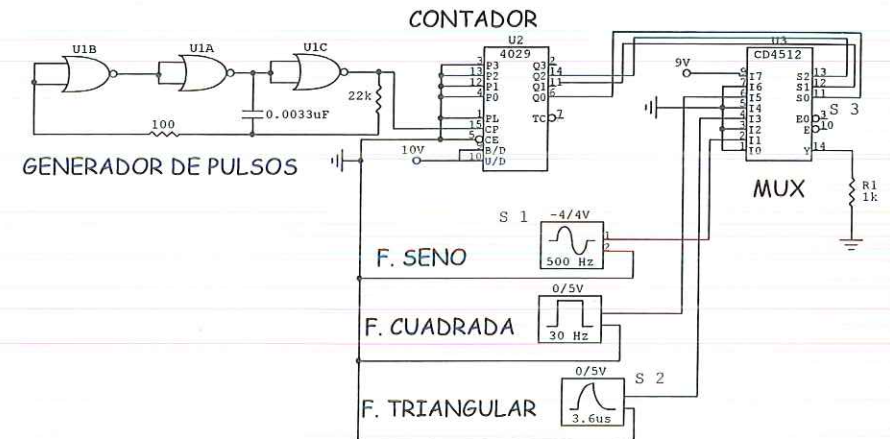


Fig. 17 Circuito Multiplexor

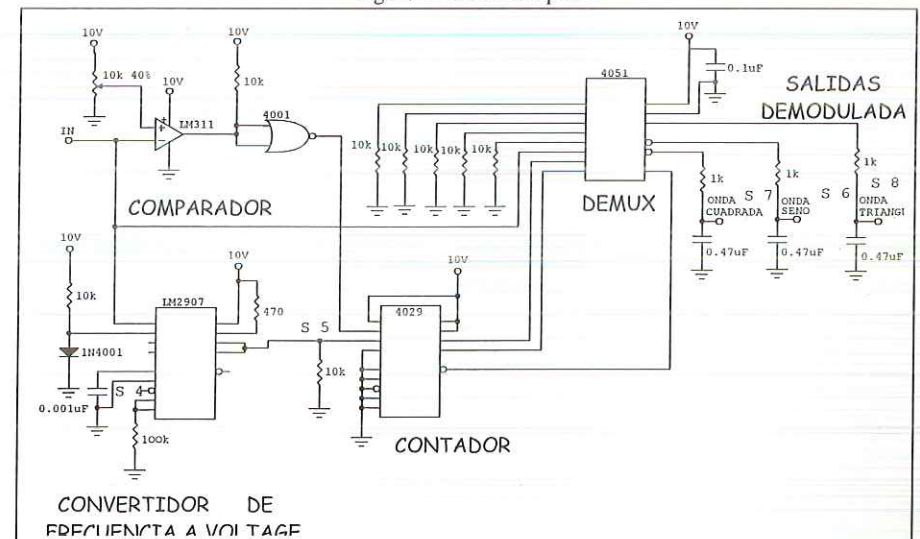


Fig. 18. Circuito Demultiplexor

El cuarto paso consiste en verificar que el comparador detecte un pulso de 9 – VDC, el cual será el responsable de realizar la respectiva sincronización de pulsos. Además deberá configurar la salida del potenciómetro receptor en 8 – VDC. El voltaje del emisor (9 – VDC) difiere del potenciómetro receptor (8 – VDC) con la intención de controlar la sincronización de las señales y de esta manera evitar el acoplamiento de señales no deseadas (ruido).

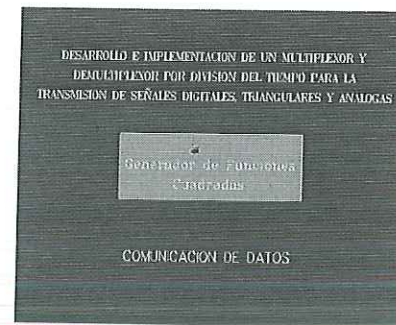


Fig. 19. Pantalla inicial del Software

Ahora podrá observar la salida del LM2907 en S5, y notar que el 2907 trabaja como un convertidor de frecuencia a voltaje (VCO).

Por último podrá inspeccionar las formas de ondas obtenidas de las respectivas salidas del demultiplexor en S6, S7 Y S8.

3.2 Descripción del Software

El software fue desarrollado en C/C++, y proporciona una herramienta emisora de configuraciones de señales cuadradas, que podrán ser creadas o seleccionadas por el usuario para su uso en el circuito anteriormente desarrollado en el laboratorio.

Al ejecutar el software, el usuario se encontrará con una vista inicial de bienvenida, como se muestra en la Fig. 19 para poder acceder al menú inicial se debe hacer clic sobre el recuadro enmarcado con el nombre "Generador de Funciones".

Una vez el usuario halla hecho clic sobre el recuadro, aparecerá en pantalla el menú inicial que le suministra diferentes opciones de selección como ayuda, crear y enviar señales, seleccionar señales predefinidas y salir, como se muestra en la Fig. 20.

En ayuda encontrará información acerca de cómo utilizar el software, su utilidad y algunos datos de sus autores. Ver Fig. 21.

En crear y enviar señales podrá ingresar diferentes configuraciones de señales cuadradas para luego ser enviadas a través del puerto paralelo.

En esta sección el usuario deberá ingresar los respectivos voltajes de cada señal, es decir, una cadena binaria compuesta por un byte.

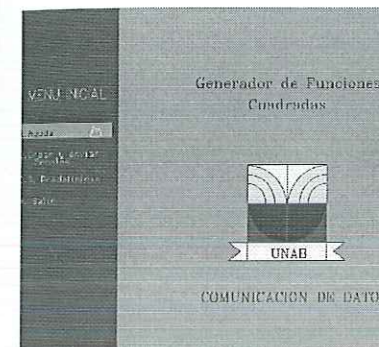


Fig. 20. Menú inicial del Software

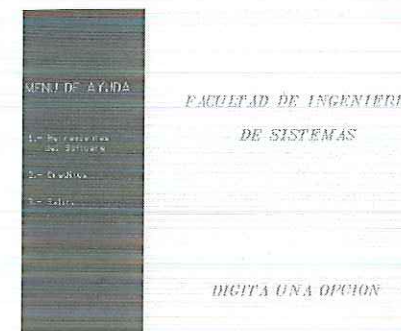


Fig. 21. Menú de ayuda del Software

Una vez son ingresados las tres configuraciones de ondas, el software solicita al usuario digitar enter para confirmar la configuración ingresada. Ver Fig. 22.



Fig. 22. Creando señales cuadradas

Al teclear enter la aplicación le permitirá observar las instrucciones ingresadas por el usuario de forma gráfica y aparecerá un pequeño mensaje que notifica que la aplicación se encuentra enviando señales por el puerto paralelo, a través de los primeros tres pines (2, 3, 4). Como se muestra en la Fig. 23.

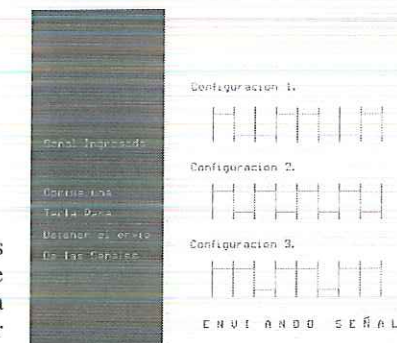


Fig. 23. Enviando señales creadas por el usuario

Estas señales pueden ser vistas por medio de la correcta conexión de una protoboard compuesta por tres leds, los cuales se encenderán si el voltaje que se ingresó y se está enviando actualmente por el LPT1 es alto, y se apagará si el voltaje próximo es bajo.

El cuarto paso consiste en verificar que el comparador detecte un pulso de 9 – VDC, el cual será el responsable de realizar la respectiva sincronización de pulsos. Además deberá configurar la salida del potenciómetro receptor en 8 – VDC. El voltaje del emisor (9 – VDC) difiere del potenciómetro receptor (8 – VDC) con la intención de controlar la sincronización de las señales y de esta manera evitar el acoplamiento de señales no deseadas (ruido).

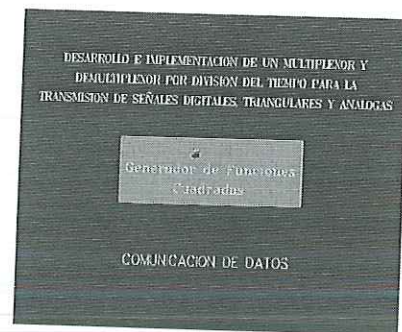


Fig. 19. Pantalla inicial del Software

Ahora podrá observar la salida del LM2907 en S5, y notar que el 2907 trabaja como un convertidor de frecuencia a voltaje (VCO).

Por último podrá inspeccionar las formas de ondas obtenidas de las respectivas salidas del demultiplexor en S6, S7 Y S8.

3.2 Descripción del Software

El software fue desarrollado en C/C++, y proporciona una herramienta emisora de configuraciones de señales cuadradas, que podrán ser creadas o seleccionadas por el usuario para su uso en el circuito anteriormente desarrollado en el laboratorio.

Al ejecutar el software, el usuario se encontrará con una vista inicial de bienvenida, como se muestra en la Fig. 19 para poder acceder al menú inicial se debe hacer clic sobre el recuadro enmarcado con el nombre "Generador de Funciones".

Una vez el usuario halla hecho clic sobre el recuadro, aparecerá en pantalla el menú inicial que le suministra diferentes opciones de selección como ayuda, crear y enviar señales, seleccionar señales predefinidas y salir, como se muestra en la Fig. 20.

En ayuda encontrará información acerca de cómo utilizar el software, su utilidad y algunos datos de sus autores. Ver Fig. 21.

En crear y enviar señales podrá ingresar diferentes configuraciones de señales cuadradas para luego ser enviadas a través del puerto paralelo.

En esta sección el usuario deberá ingresar los respectivos voltajes de cada señal, es decir, una cadena binaria compuesta por un byte.

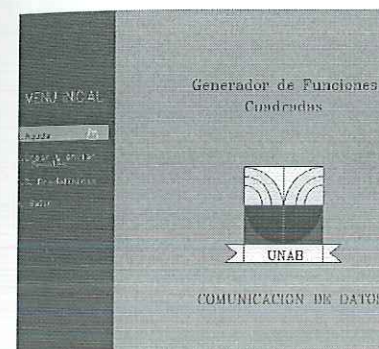


Fig. 20. Menú inicial del Software

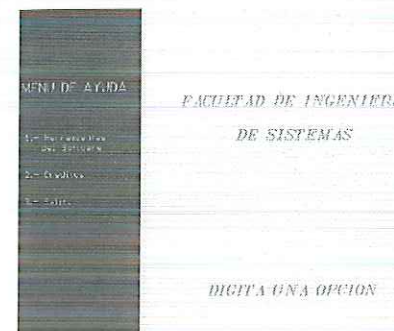


Fig. 21. Menú de ayuda del Software

Una vez son ingresados las tres configuraciones de ondas, el software solicita al usuario digitar enter para confirmar la configuración ingresada. Ver Fig. 22.



Fig. 22. Creando señales cuadradas

Al teclear enter la aplicación le permitirá observar las instrucciones ingresadas por el usuario de forma gráfica y aparecerá un pequeño mensaje que notifica que la aplicación se encuentra enviando señales por el puerto paralelo, a través de los primeros tres pines (2, 3, 4). Como se muestra en la Fig. 23.

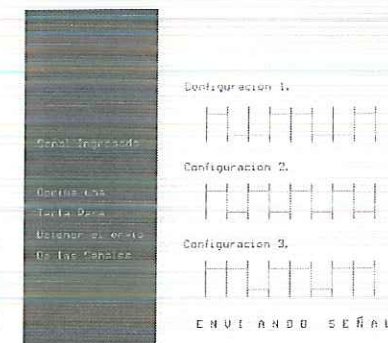


Fig. 23. Enviando señales creadas por el usuario

Estas señales pueden ser vistas por medio de la correcta conexión de una protoboard compuesta por tres leds, los cuales se encenderán si el voltaje que se ingresó y se está enviando actualmente por el LPT1 es alto, y se apagará si el voltaje próximo es bajo.

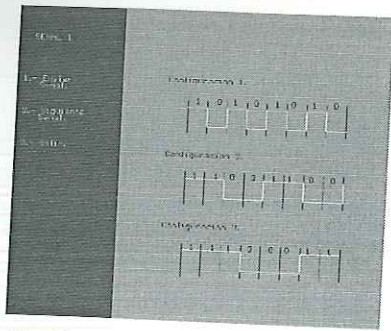


Fig. 24. Selección de señales predefinidas por el software

Dado el caso si el usuario no desea crear estas configuraciones podrá seleccionar alguna de las predeterminadas para ser enviadas, en la opción señales predefinidas. En esta parte el software le permite al usuario la selección de un señal compuesta por tres configuraciones diferentes de ondas cuadradas, las cuales pueden ser vistas a través de la ejecución del menú que se despliega en la parte derecha del monitor. Ver Fig. 24.

4. Resultados

Siguiendo los pasos mencionados en la descripción del laboratorio se logra realizar el montaje de un multiplexor y demultiplexor que permite la transmisión de ocho señales entre senoidales, triangulares y cuadradas.

Para el envío de señales dentro del montaje se utiliza un generador de señales senoidales y triangulares. Además, con la implementación del software desarrollado, se pueden enviar diferentes configuraciones de señales cuadradas.



Fig. 25. Montaje Multiplexor y Demultiplexor

Al culminar el montaje como se expone en la Fig. 25 tomada en el laboratorio de física de la Universidad Autónoma de Bucaramanga e implementar el software, se logra observar las tres señales enviadas en tres distintos estados.

Primero, en su estado original, es decir, una señal senoidal, una triangular y una configuración de cuadradas cada una por separado, como las registradas en el laboratorio de electrónica de la Universidad Autónoma de Bucaramanga que se muestran en la Fig. 26 y 27, respectivamente.

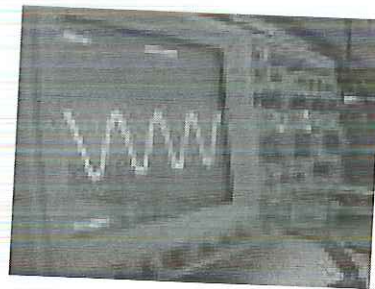


Fig. 26. Señal Senoidal



Fig. 27. Señal Triangular

Segundo, la señal multiplexada en la cual se encuentran moduladas las tres señales mencionadas anteriormente. Después de tomar algunos datos se obtuvo la señal multiplexada como se muestra en la Fig. 28.

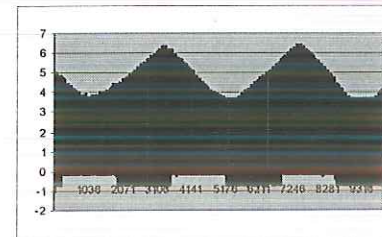


Fig. 28. Señal Multiplexada

Tercero, la señal es demultiplexada y enviada al canal de envío original. Recibiéndose así la señal triangular, senoidal y cuadrada enviadas inicialmente.

5. Conclusiones

Los multiplexores son una herramienta importante para la transmisión de señales

evitando parte de su costo. El ruido y la distorsión en las diferentes señales transmitidas dependerán del medio utilizado para enviar la señal multiplexada.

El presente proyecto muestra la funcionalidad de un multiplexor sin importar su marca o tarea en específico. Permitiendo observar que un multiplexor que emplea la técnica de división en el tiempo, le asigna un fragmento de tiempo a cada señal que se necesita transmitir, como la mostrada en los resultados.

Inicialmente, el proyecto planteaba la transmisión de señales a través de un multiplexor Kilomux 2000, que empleaba dos multiplexores, dos módems banda base y dos cables V35 macho - macho. Sin embargo, por cuestiones de disponibilidad del cable V35 no se logró realizar esta primera etapa.

Debido a estos inconvenientes se replanteo el proyecto para que sin necesidad de un dispositivo como el Kilomux se pudiera conocer las diferentes funcionalidades que cumple un multiplexor.

Para esta tarea se realizó el montaje de un multiplexor y demultiplexor representados por medio de un circuito electrónico constituido por un conjunto de integrados, que permiten la eventual transmisión de diferentes señales a través de un medio.

Durante la implementación del circuito se observaron diversos factores que alteran la transmisión de las señales. Entre estas encontramos:

- ◆ Las señales transmitidas pueden sufrir el acoplamiento de señales no deseadas, para evitarlo se opto por filtrar dichas señales enviándolas a tierra.
- ◆ Así mismo, para una adecuada sincronización de la señal multiplexada, se

usaron diferentes voltajes de salida de los potenciómetros, los cuales permitieron una correcta transmisión.

En el transcurso del desarrollo del software se realizaron diferentes investigaciones acerca del envío de señales a través de puerto paralelo. Una de estas fue codificada, obteniendo diferentes configuraciones de señales cuadradas. Sin embargo, se propone para posteriores proyectos la elaboración de un software receptor de señales provenientes de dispositivos externos.

6. Autores

José Luís Martínez Cañas
Estudiante VI semestre de Ingeniería de Sistemas. Universidad Autónoma de Bucaramanga
Integrante Semillero de Programación
E-mail: jmartinc@unab.edu.co

Adriana Patricia Mayorga Gómez
Estudiante VI semestre de Ingeniería de Sistemas. Universidad Autónoma de Bucaramanga
Integrante Semillero de Programación
E-mail: amayorga@unab.edu.co

Hugo Vecino Pico
Ingeniero de Sistemas
Profesor Auxiliar Facultad de Ingeniería de Sistemas. Universidad Autónoma de Bucaramanga
E-mail: hvecino@unab.edu.co

7. Referencias

[1] W. Stallings., "Comunicaciones y redes de computadores", P. Hall, Séptima Edición, Págs. 250-277.

[2] A. Monclou, "Introducción a las comunicaciones especiales", Sistemas y computadores Ltda. Agosto del 2003, Primera Edición. Págs. 8 - 27.

[3] Página visitada el 5 de Octubre de 2004.
Dirección Web:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%A1a:Multiplexaci%C3%B3n>

[4] Semiconductores Philips. Página visitada el 5 de Octubre de 2004. Dirección Web:
http://www.semiconductors.philips.com/acrobat_download/datasheets/HEF4001B_CNV_3.pdf

[5] Página visitada el 5 de Octubre de 2004.
Dirección Web:
http://perso.wanadoo.es/luis_ju/icdatos/4029.html

[6] Página visitada el 5 de Octubre de 2004.
Dirección Web:
http://www.pue.udlap.mx/~tesis/lep/alvarez_p_af/apendiceF.pdf

[7] Página visitada el 5 de Octubre de 2004.
Dirección Web:
<http://www.intersil.com/data/FN/FN2864.pdf>

[8] Página visitada el 5 de Octubre de 2004. Dirección Web:
www.micropik.com/provisional/pag_ci_cmos.htm

[9] Página visitada el 5 de Octubre de 2004. Dirección Web:
<http://es.freeglossary.com/Multiplexaci%C3%B3n>

[10] Página visitada el 5 de Octubre de 2004.
Dirección Web: <http://www.control->

systems.net/jdvelez/estudiantes/hfc/multiplexacion.htm

[11] J. Deitel and M. Deitel, "Como programar en c/c++", P. Hall. Segunda Edición, 1994.

[12] A. León García, "Redes de comunicación", Mc Graw Hill. 2002, Pág. 168-173.

[13] A. Torres Nieto, "Telecomunicaciones y telemática", Escuela Colombiana de Ingeniería, Segunda Edición, Abril de 2002. Págs. 80 -102.

[14] W. Tomasi, "Sistemas de Comunicaciones Electrónicas", Pearson Education, Cuarta Edición, 2003. Págs. 708-760.

[15] "Técnico en Telecomunicaciones", Cultura S.A., 2002. Tomo II Págs. 258.

[16] Página visitada el 5 de Octubre de 2004. Dirección Web:
<http://www.eskimo.com/~joelm/set21tempest.txt>

Proyecto de Simulación Computacional de la Transformada de Fourier Discreta en sus Aplicaciones Físicas (Transmisión de Datos)

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
 Facultad de Ingeniería de Sistemas
 Escuela de Ciencias Naturales e Ingenierías
 e-mail: {jlievanom, drojasp, hvecino}@unab.edu.co
 Mayo de 2005

Resumen

Con la realización de este proyecto se quiere mostrar al público en general por medio de una simulación, cómo se usa y cómo funciona la transformada de Fourier Discreta al ser aplicada en el campo de la transmisión de datos, e igualmente, se presenta su análisis matemático y comportamiento en el campo de aplicación seleccionado. La Transformada de Fourier tiene grandes aplicaciones en campos como la acústica, la óptica, los estudios de antena, el análisis de sistemas lineales, la teoría de probabilidad, la astronomía, la física cuántica, la sísmica, en los problemas de valores limitantes y comunicaciones y en varios más que el proyecto no estudiará. Éste escrito muestra cómo se realiza el análisis de distintas señales digitales y análogas para realizarse filtrado o estimaciones; además, explica cómo este algoritmo es usado en los módems capaces de representar señales digitales usando señales análogas.

Palabras clave:

Filtrado de señales, comunicación de datos, Transformada de Fourier Discreta.

1. Introducción [1]

Jean-Babtiste Joseph Fourier fue un físico y matemático nacido en Francia que desarrolló la serie de Fourier que fue una innovación a la serie de Taylor ya que aplicó la serie a funciones ortogonales en vez de variables. Su descubrimiento fue desarrollado por otros científicos como Gauss, Danielson Lanczos, Runge y König.

Las Transformadas de Fourier son de importancia fundamental en aplicaciones tan variadas como la óptica, acústica, física cuántica, telecomunicaciones, teoría de sistemas y procesamiento de señales, incluyendo el reconocimiento del habla.

Durante años, el avance en estas áreas de conocimiento ha estado limitado por el hecho de que los algoritmos conocidos para calcular las transformadas de Fourier requieren demasiado tiempo de ejecución. Este hecho cambió con el descubrimiento por parte de Cooley y Tukey en 1965 de un algoritmo rápido llamado transformada de Fourier Rápida.

2. Transformada de Fourier

La transformada de Fourier es una generalización de las series complejas de Fourier cuando el límite se denota como $L \rightarrow \infty$. Reemplaza el A_n con el $F(k) dk$ continuo dejando que la relación entre n y L tienda a k . Luego cambia la suma a una integral y la ecuación se convierte en

$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(k)e^{2\pi i k x} dk \tag{1}$$

$$F(k) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-2\pi i k x} dx. \tag{2}$$

Aquí,

$$F(k) = \mathcal{F}_x[f(x)](k) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-2\pi i k x} dx \tag{3}$$

Es llamada la Transformada de Fourier adelantada (-i) y

$$f(x) = \mathcal{F}_k^{-1}[F(k)](x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(k)e^{2\pi i k x} dk \tag{4}$$

Es llamada la transformada de Fourier inversa (+i). [2]

Algunos autores especialmente físicos prefieren escribir la transformada en términos de frecuencia angular

$\omega \equiv 2\pi\nu$ en vez de la frecuencia oscilatoria ν . Sin embargo, esto destruye la simetría, resultando en la transformada par

$$H(\omega) = \mathcal{F}[h(t)] = \int_{-\infty}^{\infty} h(t)e^{-i\omega t} dt \tag{5}$$

$h(t) =$

$$\mathcal{F}^{-1}[H(\omega)] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} H(\omega)e^{i\omega t} d\omega.$$

Para reestablecer la simetría de la transformada, la convención $g(y) =$

$$\mathcal{F}[f(t)] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-iyt} dt \tag{6}$$

$f(t) =$

$$\mathcal{F}^{-1}[g(y)] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} g(y)e^{iyt} dy \tag{7}$$

Es usualmente usada. [3]

En general, el par de la transformada de Fourier puede ser definido usando dos constantes arbitrarias a y b como

$$F(\omega) = \sqrt{\frac{|b|}{(2\pi)^{1-a}}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{i\omega t} dt \tag{8}$$

$f(t) =$

$$\sqrt{\frac{|b|}{(2\pi)^{1+a}}} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega)e^{-i\omega t} d\omega. \tag{9}$$

2.1 Convolución

Un convolución es una integral que expresa la cantidad de sobre posicionamiento de una función g mientras es dirigida sobre otra función f . Este, entonces dobla una función con otra, por ejemplo, en síntesis de imágenes, el mapa sucio medido es una convolución de un verdadero mapa limpio con un destello sucio. La convolución es algunas veces conocido por su nombre alemán faltung ("plegar"). [4]

2.2 Transformada de Fourier Discreta

La transformada de Fourier continua es definida como:

$$f(\nu) = \mathcal{F}_t[f(t)](\nu) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-2\pi i\nu t} dt. \quad (12)$$

Ahora considere una generalización al caso de una función discreta,

$$f(t) \rightarrow f(t_k) \quad [5]$$

dejando que $f_k \equiv f(t_k)$, donde $t_k \equiv k\Delta$, con $k=0, \dots, N-1$.

Escribiendo esto, se obtiene la transformada de Fourier discreta

$$F_n = \mathcal{F}_k[\{f_k\}_{k=0}^{N-1}](n) \quad \text{como}$$

$$F_n \equiv \sum_{k=0}^{N-1} f_k e^{-2\pi i n k / N}. \quad (13)$$

Las transformadas de Fourier discretas son extremadamente útiles porque ellas revelan periodicidades en datos de entrada al igual que las fortalezas relativas de cualquier componente periódico. Sin embargo, hay unas pocas sutilezas en la interpretación de la transformada de Fourier discreta. En general, la transformada de Fourier discreta de una secuencia real de números será una secuencia de números complejos de la misma longitud. [6]

En particular si f_k son reales, entonces F_{N-n} y F_n están relacionados por

$$F_{N-n} = \bar{F}_n, \quad \text{para } n=0,1,2,\dots, N-1$$

donde \bar{z} denota el conjugado complejo.

Esto significa que el componente Fo es siempre real para datos reales.

Como resultado de la relación anterior, una función periódica contendrá picos transformados en varios lugares. Esto pasa porque los periodos de los datos de entrada se dividen en compuestos complejos de frecuencia positivos y negativos. [7]

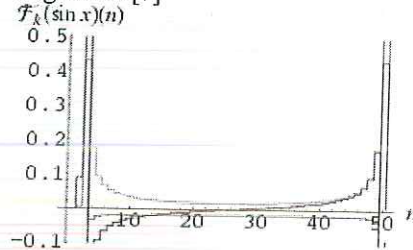


Figura 1. Gráfica $F(\sin(x)(n))$ vs. n. Tomada de <http://www.mathworld.com>

En la figura 1 se puede ver la gráfica cuando se aplica la Transformada de Fourier. En este ejemplo se presenta aliasing.

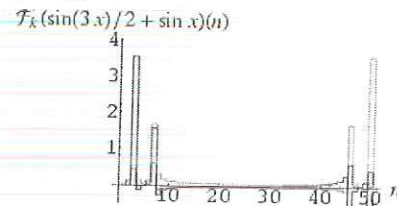


Figura 2. Gráfica $F(\sin(3x)/2 + \sin(x)(n))$ vs. n. Tomada de <http://www.mathworld.com>

En la figura 2 se ve una gráfica con la transformada de Fourier aplicada muestral con un N definido.

3. Proyecto

Este proyecto tiene como objeto mostrar las distintas aplicaciones de la Transformada de Fourier Discreta en un

software que sea interactivo para el usuario y que pueda explicar de forma concisa el uso del concepto de la transformada y sus propiedades.

En la realización del proyecto, el recurso de la simulación juega un papel fundamental para el desarrollo del software. Bases de Teoría de Sistemas en cuanto a lo referente a modelos y simulaciones son asistidas en los pilares de la construcción del software y por lo tanto en el desarrollo del proyecto.

La Transformada de Fourier Discreta requiere computacionalmente, que presente un tiempo de ejecución rápido y que su consumo de recursos de la máquina sea mínimo. Es por esto que un algoritmo con estas características es implementado en el software. El algoritmo de la Transformada de Fourier Discreta Rápida (FFT) es conocido por reducir significativamente el retraso en el paso de datos a la transformada. Por lo tanto, la reducción del tiempo de ejecución del programa será lograda con una implementación del algoritmo escrito en el lenguaje asignado.

En cuanto al lenguaje de programación utilizado en el proyecto, se pensó en la interactividad con el usuario y la versatilidad para añadir nuevos componentes al software a medida que se desarrollaba el proyecto.

Para obtener esta versatilidad se utilizó un lenguaje orientado a objetos como Java o C++.

Un desarrollo de entorno gráfico de fácil uso es igual de práctico para ambos lenguajes. Por lo tanto, se usa el

lenguaje más robusto por sus características y su habilidad de ofrecer más opciones y herramientas para el programador.

Si es este el caso, Visual C++ .NET sería la herramienta adecuada. Sin embargo, para aplicar el software a un entorno Web, eliminaría la opción de C++, lo cual obligaría a el uso de Java ya sea para crear el proyecto como Applet o como Servlet.

3.1. El Software

Debido a que el objetivo del proyecto es mostrar la aplicación de la Transformada de Fourier Discreta en aplicaciones físicas, el software mostrará distintos eventos simulados donde se apliquen las Transformadas. Un menú que dispone de opciones para ver los distintos eventos se encuentra presente.

Se considera que el entorno gráfico del software es sencillo y que su manejo de igual manera es simple mostrando solamente lo esencial para entender los distintos fenómenos.

El software, por su naturaleza de proyecto, está abierto para mejoramiento y actualización. El uso de clases y módulos fue necesario y es notable la exigencia de un lenguaje orientado a objetos. A medida que se vayan entendiendo nuevos fenómenos que utilicen la transformada de Fourier y que se vea la forma de instaurar una simulación computacional se podrá agregar nuevas actualizaciones al software.

3.2. El algoritmo

El algoritmo base usado en el software es el FFT (Fast Fourier Transform). En el modelo actual del proyecto, la estructura del algoritmo es el siguiente:

Teniendo un arreglo bidimensional $A[L][2]$, donde $A[][0]$ guarda la parte real y $A[][1]$ guarda la parte imaginaria se tiene:

```
j = 1
Desde i = 1 mientras i < n hacer
  Si i < j
    t_r = A[i-1][0]
    t_i = A[i-1][1]
    A[i-1][0] = A[j-1][0]
    A[i-1][1] = A[j-1][1]
    A[j-1][0] = t_r
    A[j-1][1] = t_i
  k = longitud de A / 2
  mientras k < j
    j = j - k
    k = k / 2
  j = j + k
  i = i + 1
desde l = 1 mientras l <= ln(n)
  le = ln(l)
  u_r = 1.0
  u_i = 0.0
  w_r = cos(2pi/le)
  w_i = -sen(2pi/le)
  desde j = 1 mientras j <= le/2
    desde i = j mientras i <= longitud A
      ip = i + le/2
      t_r = A[ip-1][0]*u_r - u_i*A[ip-1][1]
      t_i = A[ip-1][1]*u_r + u_i*A[ip-1][0]
      A[ip-1][0] = A[i-1][0] - t_r
      A[ip-1][1] = A[i-1][1] - t_i
      A[i-1][0] = A[i-1][0] + t_r
      A[i-1][1] = A[i-1][1] + t_i
      i = i + 1
    t_r = u_r * w_r - w_i * u_i
```

```
u_i = w_r * u_i + w_i * u_r
u_r = t_r
j = j + 1
l = l + 1
```

Este algoritmo devuelve el arreglo A con la transformada de Fourier aplicada. El tamaño L del arreglo debe ser exponencial de 2.

3. Conclusiones

La transformada de Fourier se divide en cuatro secciones, las cuales son la transformada de Fourier continua en tiempo y en frecuencia y la transformada de Fourier discreta descrita en tiempo y en frecuencia.

Las transformadas continuas son usadas para investigaciones cuantitativas como en química, óptica, acústica y física.

Las transformadas discretas son usadas en Ciencias computacionales aplicadas hacia la comunicación de datos en señales binarias y análogas y su análisis.

4. Autores

Juan Gabriel Liévano Martínez-Villalba, estudiante de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, bachiller bilingüe Colegio La Quinta del Puente de Floridablanca. Biología Molecular, Síntesis de Proteínas, Nanotecnología, Redes Neuronales.

David Enrique Rojas Peralta. Estudiante de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Bachiller distinguido Colegio San Pedro Claver

de Bucaramanga. Administración Empresarial, Políticas dirigidas a la tecnología.

Hugo Vecino Pico. Docente Auxiliar de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, Ingeniero de Sistemas UNAB 2000.

5. Referencias

- [1] BRASSARD, G. y BRATLEY, P. 2000. "Fundamentos de Algoritmia" Prentice Hall.
- [2] KRANTZ, S. G. "The Fourier Transform." §15.2 in *Handbook of Complex Variables*. Boston, MA: Birkhäuser, pp. 202-212, 1999.
- [3] MATHEWS, J. y WALKER, R. L. *Mathematical Methods of Physics, 2nd ed.* Reading, MA: W. A. Benjamin/Addison-Wesley, 1970.
- [4] MORRISON, N. *Introduction to Fourier Analysis*. New York: Wiley, 1994.
- [5] SNEDDON, I. N. *Fourier Transforms*. New York: Dover, 1995.
- [6] TOLSTOV, G. P. *Fourier Series*. New York: Dover, 1976.
- [7] PROAKIS, J.G., y DIMITRIS, G.M. "Tratamiento digital de Señales" Prentice Hall. 2001

Medición de pérdida de la potencia y retraso en la transmisión de datos en fibra óptica multimodo

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Tatiana Pérez U, Oswaldo J Tarazona R, Hugo Vecino P.
e-mail: {tperez, otarazona, hvecino}@unab.edu.co

Resumen

En este documento se muestra el seguimiento realizado al laboratorio para empalmar una fibra multimodo usando conectores ST, medir la pérdida de potencia y el retraso en la transmisión de datos en la fibra óptica. Comparando estos valores teóricos con los valores estandarizados. A su vez mostraremos interfaces de un simulador que realiza los cálculos de pérdida de potencia y retraso en la transmisión de datos.

Palabras claves:

Fibra óptica multimodo, pérdida de potencia, retraso en la transmisión.

1. Introducción

Este documento busca describir las características de transmisión de los cables de fibra óptica multimodo, ilustrar algunos problemas de transmisión, por medio de un simulador que mostrarán datos reales según las condiciones de envío definidas por el usuario; en paralelo se realizará un laboratorio de carácter académico e investigativo donde se mostrará como empalmar una fibra óptica multimodo usando conectores ST y se medirá la pérdida de potencia así como el retraso en la transmisión de datos..

2. Introducción a la fibra óptica

“La fibra óptica son filamentos de vidrio (compuestos de cristales naturales) y plástico (cristales artificiales), de alta pureza extremadamente compactos y sumamente flexibles, cuyo grosor es similar al de un cabello humano (entre 2 y 125 micrones). Consta de un núcleo, refuerzos, un recubrimiento y una cubierta exterior. Estas son fabricadas a altas temperaturas y su proceso es computarizado [web1]”.

Mientras más puro es el vidrio, menor es la frecuencia con que se debe amplificar la señal [11]. En la figura 1 se muestra una gráfica de fibra óptica.



Figura 1: Fibra óptica [web2]

En la fibra óptica se habla de algunos términos como longitud de onda (λ), velocidad de la luz (c) y onda luminosa (f).

En la fórmula se puede visualizar la relación de estos términos:

$$\text{fórmula 1: } \lambda = \frac{c}{f}$$

En el espectro electromagnético se sitúa en torno a frecuencias de 10^{14} HZ y si se utiliza las técnicas MDF la capacidad potencial de este medio de transmisión sería 10^7 veces la de un cable coaxial y 10^4 veces la de radio-enlace de microondas [2].

El sistema de comunicaciones por fibra óptica se compone de una o varias fibras para cada dirección de transmisión, terminadas en sus extremos por un emisor y un receptor [3].

2.1 Ventajas de la Fibra Óptica:

- *Mayor capacidad o ancho de banda:* se manejan valores de cientos de MHZ hasta decenas de GHZ [web3].
- *Inmunidad a transmisiones cruzadas entre cables* [web3].
- *La atenuación es independiente de la velocidad de transmisión en la fibra* [4].
- *Inmunidad a interferencia estática y ruido:* por ser un medio dieléctrico [5].
- *La información que viaja por la fibra no se puede detectar, aunque si interceptar* [5].
- *El peso del cable de fibras ópticas es muy inferior al de los cables metálicos:* 190 (kg/km) [5].
- *Resistencia a extremos ambientales,* presenta un funcionamiento uniforme desde -55 °C a $+125$ °C [web2] [5].
- *Seguridad en cuanto a instalación, mantenimiento y economía de transporte* [web2] [5].

2.1.1 Desventajas de la Fibra Óptica:

- Una de las barreras actuales es la imposibilidad de conmutar un pulso

de luz entre diferentes circuitos de comunicación [11].

2.2 Los tipos de fibra óptica son

- **Monomodo:** La transmisión se da en un único modo, presenta un ancho de banda notablemente superior a la fibras multimodo ya que el diámetro del núcleo se reduce de 50 micrómetros a unos 8 a 10 micrómetros; el rayo de luz incide sobre la frontera núcleo/cubierta con un ángulo mucho menor entonces se tiene menos atenuación y dispersión [12]. De aquí su extensión en el uso de las telecomunicaciones. Su aplicación se da en: enlaces a larga distancia, gran flujo de información y cables submarinos [8] [web4].
- **Multimodo:** Se clasifica en dos tipo:
 - **Multimodo de salto de índice:** son aquellas en las que el índice de refracción del núcleo permanece invariable en toda su sección. Son las menos usadas en telecomunicaciones. “En este tipo de fibras coexisten varios modos de propagación, llegando cada uno de ellos en diámetro del núcleo” [6]. Permite transmitir una mayor cantidad de energía, consecuencias de la transmisión de más nodos; sus aplicaciones están en la electromedicina o la industria [7].
 - **Multimodo de índice gradual:** el índice de refracción del núcleo era variable a lo largo del radio mismo siendo mayor en el centro. Las trayectorias de los nodos son curvas, debido a la variación del índice [7].

Si desea ver algunas especificaciones de la fibra óptica puede consultar en [web9] [web10] [web6].

2.3 Las aplicaciones más importantes de la fibra óptica son [1]:

- Transmisiones a larga distancia
- Transmisiones metropolitanas
- Acceso a áreas rurales
- Bucles de abonado
- Redes de área local

2.4 Parámetros de transmisión:

2.4.1 Atenuación: la pérdida de atenuación interviene en el interior de la fibra óptica y se define como la relación entre las potencias luminosas a la salida y a la entrada, expresada en dB y calculada para determinada longitud de onda (λ) [9] Como se aprecia en la fórmula2.

$$\text{Fórmula2: } P(\lambda) \text{ (dB)} = 10 \log \frac{P_t}{P_r}$$

P_t = potencia del transmisor.

P_r = potencia del receptor.

El coeficiente de atenuación $\alpha(\lambda)$ se define como la atenuación por unidad de longitud, generalmente al km a esa longitud de onda [9] la fórmula3 expresa esta relación:

$$\text{Fórmula3: } \alpha(\lambda) = \frac{P(\lambda)}{L}$$

L: distancia en km entre las mismas.

Hay dos cosas importantes que se debe entender sobre pérdida de la inserción: Si el diámetro de base (o el NA) del lado que transmite los datos es más grande que el NA de la fibra que recibe datos, hay pérdida adicional. Esto se puede calcular por medio de la fórmula4.

$$\text{Fórmula4: } L_{dia} = 10 \text{ Log}10 \left(\frac{diar}{diat} \right)^2$$

$$LNA = 10 \text{ Log}10 \left(\frac{NAr}{NAt} \right)^2$$

Donde: Diámetro de L_{dia} = de la pérdida $diar$ = el diámetro recibe el $diat$ = el diámetro transmiten LNA = pérdida en fibra óptica [14].

2.4.2 Dispersión: define la capacidad máxima que por unidad de longitud se puede transmitir por una fibra [10].

Dispersión modal (σ_m): son inherentes a la fibra multimodo, atendiendo a su naturaleza han de sumarse cuadráticamente.

Dispersión espectral (σ_e) y Dispersión por efecto guíaondas (σ_g): se suman de modo lineal ya que se refieren a cada modo. Esta suma es llamada dispersión cromática, el valor medio para la dispersión total se muestra en la fórmula5:

$$\text{Fórmula5: } \sigma^2 = \sigma_m^2 + (\sigma_e + \sigma_g)^2$$

2.4.3 Retraso de la propagación: es el tiempo que se toma la señal para viajar desde un punto a otro sobre un canal de transmisión [web11].

3. Laboratorio de Fibra Óptica

Para realizar el proceso de empalme de la fibra utilizaremos algunos instrumentos que se encuentran en el laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

El conector ST (ver figura 2) se utiliza dentro y fuera de edificios, en la seguridad, en la marina de guerra y usos industriales [web5].

El ST es el conector más popular para las redes con varios modos de funcionamiento. Tiene un montaje de la

bayoneta y una virola cilíndrica larga para sostener la fibra. La mayoría de las virolas son de cerámica, metal o plástico. Se debe asegurar la conexión con la fibra y que estén bien asentados ya que contienen resortes para evitar pérdidas en la luz de la fibra [web6].



Figura 2: conector ST [Web7]

Las pérdidas en un conector se producen por varios factores: mala alineación (radial y angular), reflexión en las superficies aire-vidrio, separación entre las fibras (necesaria para que no se rayen entre si), variaciones del tamaño del núcleo, de la apertura numérica de la fibra, etc. [web4]

Para empalmar una fibra óptica se requiere que el técnico alinee perfectamente los dos núcleos ya que se puede presentar fugaz de luz. Los núcleos se deben unir con precisión en seis dimensiones diferentes, (x, y, z) y en dimensiones angulares [13].

En la técnica básica para empalmar llamada *empalme por fusión*, se corta el cable (en este laboratorio usaremos, la cortadora disponible en el laboratorio de telecomunicaciones de la universidad autónoma de Bucaramanga, ver figura 3), este tipo de empalmes tienen pérdidas de 0.2 dB mientras que un empalme mecánico tiene pérdida de 0.5 dB [web4].



Figura 3: Cortadora de fibra óptica

Se pulen los extremos por empalmar y se funden estos con un arco eléctrico de alto voltaje, este proceso es muy delicado por esto se ejecuta bajo el uso de un microscopio [13], ver figura 4.



Figura 4: Microscope (400x) FT-Ms400, coaxial LED Siemon.

4. Simulador

El simulador esta hecho en el lenguaje de programación orientado a objetos JAVA. La principal operación que realiza este software es calcular la atenuación o pérdida de potencia y el retraso en la transmisión de datos, cuando el usuario ingrese los datos correspondientes.

4.1 Descripción del Simulador

En la ventana principal del simulador se aprecia el titulo del simulador así como 4 pestañas que el usuario podrá acceder a su gusto, la primera de ellas es teoría como se ve en la figura 5.

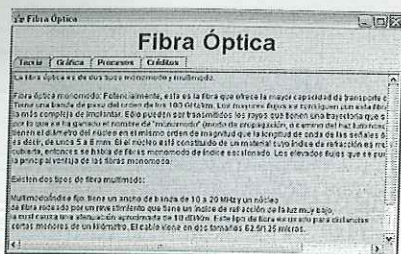


Figura 5: Teoría - Simulador

El usuario podrá leer una pequeña introducción acerca de la fibra óptica y observará algunas imágenes en la segunda pestaña, ver figura 6.

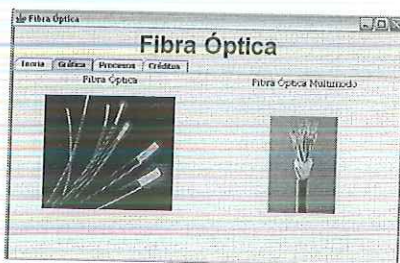


Figura 6: Gráfica - Simulador

La tercera pestaña indica los procesos que el usuario podrá llevar a cabo para realizar la simulación, tendrá la opción de ingresar datos como: "tipo de conector (ST o SC) y fibra óptica (monomodo o multimodo), cantidad de información a transmitir (en Gb, Mb, Kb, o bytes), potencia de entrada (dB), potencia de salida (dB) y distancia (km o m)".

El usuario podrá observar dos gráficas una donde se muestra la atenuación frente a la distancia y otra donde se simula el tiempo que gasta en transmitir datos del transmisor al receptor una vez de clic en el botón simular, así como valores prácticos en los datos de salida "velocidad de transmisión (bps), atenuación y tiempo de retraso. Ver figura 7.



Figura 7: Procesos - Simulador

Y en la última pestaña se accede a los créditos de los autores del programa. Ver Figura 8.

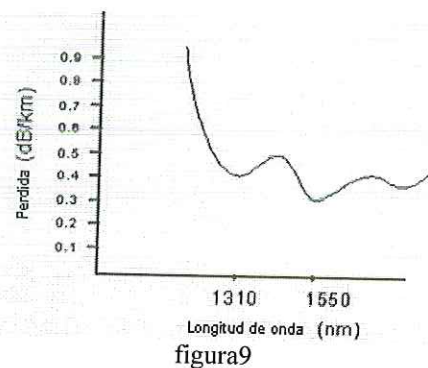


Figura 8: Créditos - Simulador

5. Resultados

En las siguientes gráficas (ver figura 9 y figura 10) se podrá apreciar la atenuación en una fibra óptica para distintas longitudes de onda.

En la figura 9 se aprecia la gráfica de pérdida (dB/Km) vs longitud de onda (nm).



En la figura 10 se observa la gráfica de atenuación (dB/Km) vs longitud de onda (nm)

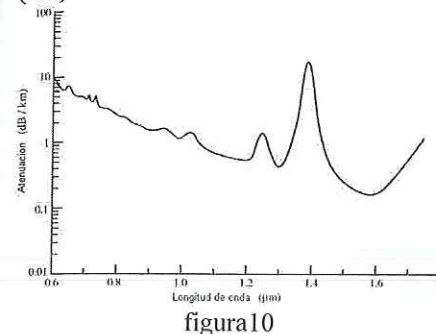


figura 10

6. Conclusiones

Con este trabajo se concluye, que para fabricar las Fibras ópticas se requiere técnicas extremadamente precisas, porque el espesor de una fibra terminada es menor que la mitad del espesor de un cabello humano, donde es recomendable tener un control sobre las cantidades de impurezas ya que pueden ocasionar una grave atenuación de la señal. Si no se hace suficiente presión y precisión en el empalme de las fibras puede ocasionar pérdidas de luz y la señal se degrada. Estos empalmes o conexiones deben ser lo suficientemente firmes para que la fibra dure miles de horas portando vibraciones y soportando cambios constantes de temperatura. En las fibras ópticas, su frecuencia de error es muy baja porque son inmunes al ruido generado eléctricamente. De la práctica realizada se concluyó que las gráficas muestran la tendencia de la fibra a atenuarse conforme la longitud de onda aumenta. La absorción es mayor en longitudes de onda cortas mientras que la absorción de la luz aumenta con la longitud de onda y finalmente que la atenuación se puede reducir considerablemente al determinar la longitud de onda, o el color, de la luz seleccionada;

dependiendo de si usa fibra monomodo o fibra multimodo, y según el tipo de vidrio que se utilice para la fibra.

7. Autores

Tatiana Pérez Uribe, Estudiante de sexto semestre de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Integrante del Semillero de Programación.

Osvaldo Javier Tarazona Román, Estudiante de sexto semestre de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Integrante del Semillero de Programación.

Hugo Vecino Pico, Ingeniero de Sistemas y Docente de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

8. Referencias bibliográficas

- [1]: Stallings William. "Comunicaciones y redes de computadores". Pearson Prentice Hall, Sexta Edición. Pág. 110.
- [2]: Baltasar Rubio Martínez. "Introducción a la Ingeniería de la Fibra Óptica". Ra-ma 1994. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Pág. 22.
- [3]: Baltasar Rubio Martínez. "Introducción a la Ingeniería de la Fibra Óptica". Ra-ma 1994. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Pág. 27.
- [4]: Baltasar Rubio Martínez. "Introducción a la Ingeniería de la Fibra Óptica". Ra-ma 1994. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Pág. 28.
- [5]: Baltasar Rubio Martínez. "Introducción a la Ingeniería de la Fibra Óptica". Ra-ma 1994. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Pág. 30.
- [6]: Baltasar Rubio Martínez. "Introducción a la Ingeniería de la Fibra Óptica". Ra-ma 1994. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Pág. 47.

- [7]: Baltasar Rubio Martínez. "Introducción a la Ingeniería de la Fibra Óptica". Ra-ma 1994. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Pág. 48 - 49.
- [8]: Baltasar Rubio Martínez. "Introducción a la Ingeniería de la Fibra Óptica". Ra-ma 1994. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Pág. 53.
- [9]: Baltasar Rubio Martínez. "Introducción a la Ingeniería de la Fibra Óptica". Ra-ma 1994. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Pág. 57.
- [10]: Baltasar Rubio Martínez. "Introducción a la Ingeniería de la Fibra Óptica". Ra-ma 1994. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Pág. 64 - 65.
- [11]: Fitzgerald Jerry. Comunicación de Datos en los Negocios. Megabyte Noriega Editores. 1993. Editorial Limusa. Pág. 149.
- [12]: Fitzgerald Jerry. Comunicación de Datos en los Negocios. Megabyte Noriega Editores. 1993. Editorial Limusa. Pág. 151.
- [13]: Fitzgerald Jerry. Comunicación de Datos en los Negocios. Megabyte Noriega Editores. 1993. Editorial Limusa. Pág. 153.
- [web1]:<http://www.monografias.com/trabajos12/fibra/fibra.shtml>
- [web2]:http://mailweb.udlap.mx/~lgojeda/telecom3/fibra_optica/tiposfo.htm
- [web3]:<http://members.tripod.com/~glorsarm/index-4.html>
- [web4]:<http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/fibra.htm>
- [web5]:http://www.bbelec.com/tech_articles/fiber_optic_technology.asp
- [web6]:<http://www.lanshack.com/fiber-optic-tutorial-termination.asp>
- [web7]:<http://www.angelfire.com/wi/ociosonet/15.html>
- [web8]:http://www.cisco.com/en/US/tech/tk482/tk876/technologies_tech_note09186a008011b406.shtml#topic5
- [web9]:<http://www.jimhayes.com/lennie/w/fiber.html>
- [web10]:<http://cc.uoregon.edu/cnews/summer2000/fiber.html>
- [web11]:http://html.rincondelvago.com/fibra-optica_16.html

OPNET: Modelado de InfiniBand(IBA).

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Andrea Torres Carrasco, Hugo Vecino Pico
e-mail: Andrea.Torres.C@gmail.com, hvecino@unab.edu.co
Bucaramanga, Mayo de 2005

Resumen

La (IBA) Arquitectura InfiniBand, inicialmente conocida como System I/O, nacida en 1999 de la fusión de los proyectos Future I/O (desarrollado por Compaq, IBM y Hewlett Packard) y Next Generation I/O (desarrollado por Dell, Hitachi, Intel, NEC, Siemens y Sun Microsystems).

La arquitectura de InfiniBand es un nuevo estándar que define un nuevo subsistema de interconexión a alta velocidad punto a punto basado en switches.

Su definición es un entorno SAN (System Area Network) en el que se interconectan múltiples nodos de procesamiento y unidades de E/S todo esto a través de una red compuesta de conmutadores y enlaces punto a punto, formando así una red de sistema(SAN).

Este nuevo sistema de interconexión deja atrás el modelo de entrada/salida basada en transacciones locales a través de buses para implantar un nuevo modelo basado en el paso remoto de mensajes a través de canales. Esta arquitectura es independiente del sistema operativo y del procesador del equipo.

Este artículo expone el modelado de InfiniBand(IBA) ejecutado sobre OPNET. Este entorno de simulación permite potenciar y flexibilizar el análisis de prestaciones de dicha arquitectura, e identificar sus principales limitaciones.

Palabras claves: arquitectura InfiniBand, OPNET, modelado, simulación.

1. Introducción

La arquitectura InfiniBand[web 1] (IBA, *InfiniBand Architecture*) es un estándar comercial de comunicaciones desarrollado por la IBTA [web 2] (*InfiniBand Trade Association*). Aproximadamente 100 personas trabajaron durante 14 meses en el desarrollo de su especificación.

El resultado es una arquitectura de comunicaciones idónea para construir clusters de servidores de ejecución de aplicaciones distribuidas [web 3].

Estamos interesados en la investigación de protocolos de administración de subredes IBA[web 5].

Aunque los primeros dispositivos comerciales IBA están disponibles en el mercado, la mayoría de ellos no están orientados a la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de comunicaciones, sino a su utilización por parte de un usuario final. La alternativa a los componentes

reales es la simulación, que nos permite realizar todo tipo de análisis imaginables, incluida la optimización de los protocolos de administración.

Se ha optado por una herramienta profesional frente a los simuladores de desarrollo propio. En concreto por OPNET (Optimum Network Performance) [web 8]. Las razones para ello han sido, entre otras, es que es uno de los más potentes software de simulación de redes que hay en el mundo en este momento, las mejores compañías del mundo de las telecomunicaciones lo utilizan, inclusive tiene una sociedad con CISCO[web 22].

El resto de este trabajo está estructurado de la siguiente forma. La sección 2. introduce muy brevemente la arquitectura InfiniBand. Una descripción más detallada (aparte de la implícita asociada a la descripción del modelo realizado) está fuera del alcance de este documento, pudiendo encontrarse en [web 1, 5]. La sección 3. presenta el simulador OPNET y, en especial, el entorno de modelado[web 9]. La sección 4. describe la forma en la que la arquitectura ha sido modelada sobre esta herramienta. Consecuentemente, la sección 5. resume nuestras conclusiones. Finalmente la parte 6. da los respectivos agradecimientos a quienes ayudaron a hacer esto posible y la parte 7. las referencias que crearon la investigación de este trabajo.

2. Arquitectura InfiniBand

El estándar IBA define un entorno SAN[web 11] (*System Area Network*)[web 10] en el que múltiples nodos terminales (*end nodes*) son interconectados a través de una red conmutada (*fabric*). Dichos nodos se clasifican en unidades de procesamiento

(*hosts*) y unidades de E/S (*targets*). Los hosts pueden estar constituidos por múltiples CPUs y módulos de memoria, y se conectan a la red mediante uno o varios HCAs (*Host Channel Adapters*). Por su parte, los dispositivos de E/S pueden ser de cualquier naturaleza, desde una simple consola hasta un sistema de discos *raid*. Estos dispositivos se conectan a la red mediante uno o varios TCAs (*Target Channel Adapters*).[web 12]

La red de interconexión que comunica los elementos anteriores está jerarquizada en subredes (*subnets*) administradas de forma autónoma. Cada subred se compone de un conjunto de conmutadores (*switches*) conectados entre sí mediante enlaces punto a punto (*links*). La distribución de la topología resultante es totalmente flexible. Incluso varios enlaces paralelos pueden utilizarse para aumentar el ancho de banda, o proporcionar rutas redundantes. Diferentes subredes pueden conectarse entre sí mediante encaminadores (*routers*).[web 13]

3. OPNET Modeler

OPNET es un entorno de desarrollo de redes de comunicaciones y sistemas distribuidos, incluyendo redes inalámbricas. Existen diferentes paquetes del mismo producto, concebidos para solucionar necesidades muy variadas. OPNET *Guru*[web 15] y OPNET *Netbiz*[web 16] están orientados al análisis de rendimiento de redes. OPNET *Modeler*[web 17] está orientado a la investigación y desarrollo de nuevas arquitecturas y protocolos de comunicaciones. A continuación se describe este último paquete. Los modelos OPNET[web 19] están basados en objetos pertenecientes a clases, con sus características y comportamiento

definidos en forma de un conjunto de atributos configurables. El usuario puede crear nuevas clases durante el modelado del sistema, las cuales pueden derivarse de otras o especializarse para aportar aspectos más específicos para aplicaciones particulares. OPNET[web 24] incorpora una extensa librería de clases especializadas en redes de comunicaciones y sistemas de información.

A partir de la estructura de clases podemos descomponer el modelo jerárquicamente en los siguientes niveles: aplicaciones, subredes, los dispositivos que componen dichas subredes y la arquitectura interna de cada uno de ellos. Básicamente OPNET trabaja con tres niveles de abstracción, denominados respectivamente dominios de red, de nodo y de proceso. Cada dominio dispone de un conjunto de editores sobre los que realizar el modelo.

A continuación se describen los editores principales.

3.1 El editor de proyectos

Es la herramienta principal del dominio de red. Permite especificar la topología y configurar sus nodos y enlaces.

La topología se construye a partir de los elementos de la paleta de objetos. La Figura 1 muestra esta paleta a la que hemos incorporado los objetos que componen una subred IBA: un conmutador, un terminal con tarjeta de interfaz y un enlace 1X. OPNET implementa una amplia gama de dispositivos y enlaces. Todos ellos pueden ser adaptados editando sus parámetros o cambiando la lógica de sus modelos subyacentes.

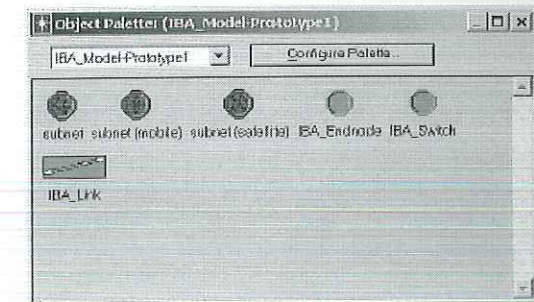


Figura 1. Paleta de objetos del editor de proyectos

A partir de la paleta, podemos definir la topología de la red. El editor de proyectos puede proporcionar mapas geográficos sobre los que distribuirla entre diferentes localidades, o incluso países. A menor escala (Figura 2), también es posible utilizar áreas dimensionadas para redes de oficina. En este caso, la longitud de los cables condiciona automáticamente parámetros como el retardo producido o la pérdida de potencia de la señal. Si utilizamos dispositivos inalámbricos, OPNET contempla la posibilidad de que estos se desplacen durante la comunicación. Incluso es posible definir la órbita de un satélite de comunicaciones alrededor de la tierra.

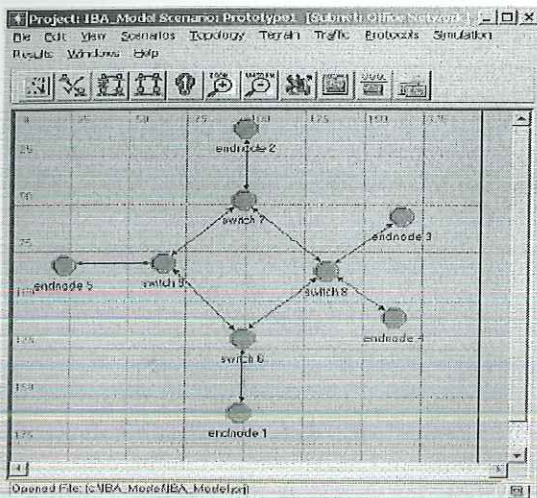


Figura 2. Editor de proyectos mostrando una subred IBA

En el editor de proyectos podemos modificar los atributos de cada objeto. La Figura 3 muestra los atributos del *switch* 7 presente en la topología de la Figura 2.

Attribute	Value
name	switch 7
model	IBA_Switch
GUID	7
IDs per port	1
SM priority	0
VLAT entries (high)	64
VLAT entries (low)	64
activation time	10
buffer size bits	8.192
data VLS	2
fail time	0.0
host SM	disabled
linear FT entries	1024
maximum response time (msec)	1.0
physical ports	4
port MTU	256
random FT entries	0
recover time	0.0
show control traffic	disabled
support traps	disabled
routing unit	[...]

Buttons: Apply Changes to Selected Objects, Advanced, Details, Browse, Cancel, OK

Figura 3. Atributos de un conmutador IBA

Tras la compilación se genera un motor de simulación ejecutable basado en eventos. El editor de proyectos permite seleccionar los parámetros a evaluar, realizar un conjunto de simulaciones y tratar estadísticamente los resultados obtenidos. OPNET incorpora un potente depurador interactivo con el que analizar los errores surgidos durante la compilación de los modelos o durante la ejecución de las simulaciones.

También es posible observar gráficamente la evolución de la simulación. OPNET puede visualizar el flujo de paquetes entre dispositivos dentro de una red o entre módulos dentro del mismo dispositivo (por ejemplo entre los buffers y el crossbar en el interior de un conmutador). OPNET dispone de una amplia variedad de estadísticas de rendimiento predefinidas, que pueden ser recogidas automáticamente durante la simulación, sin intervención del usuario. Por supuesto, el programador puede definir estadísticas nuevas e incluirlas en sus propios modelos. La Figura 4 muestra como seleccionar las estadísticas recogidas durante la simulación. De la misma forma, OPNET integra herramientas de construcción de gráficas, orientadas a facilitar el análisis de los datos.

3.2 El editor de nodos

OPNET denomina *nodo* a cada dispositivo que compone la topología (servidores, terminales, conmutadores, ...). Cada nodo se compone de múltiples *módulos*. En el editor de nodos (Figura 5) se modela la forma en la que dichos módulos se interconectan. A continuación se describen brevemente los objetos de este editor:

- **Processor** (☐): es un objeto de uso general. Su comportamiento se especifica por medio de una máquina de estados descrita posteriormente.

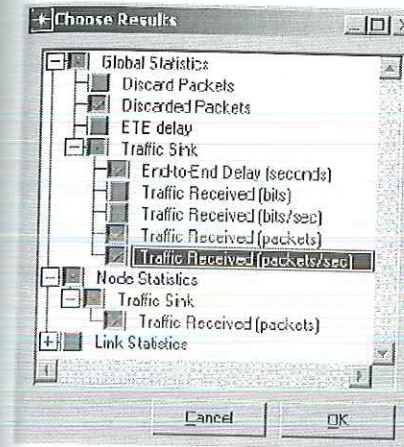


Figura 4. Elección de resultados recogidos en una simulación

- **Queue** (☐): es un módulo muy similar al procesador. Incluye facilidades internas para la gestión de paquetes. También contempla la gestión de subcolas atendiendo a diversas prioridades.
- **Packet stream** (☐): conecta dos módulos, permitiendo a los paquetes fluir de uno a otro.
- **Statistic wire** (☐): conecta dos módulos, permitiéndoles intercambiar información de control.
- **Logical association** (☐): indica que dos módulos están relacionados.
- **Receiver** (☐): permite que los paquetes accedan al nodo desde otro nodo por medio de un enlace conectado al mismo.

- **Transmitter** (☐): permite que los paquetes sean enviados fuera del nodo a través de un enlace conectado al mismo.
- **Antenna** (☐): modela los transmisores y receptores inalámbricos.

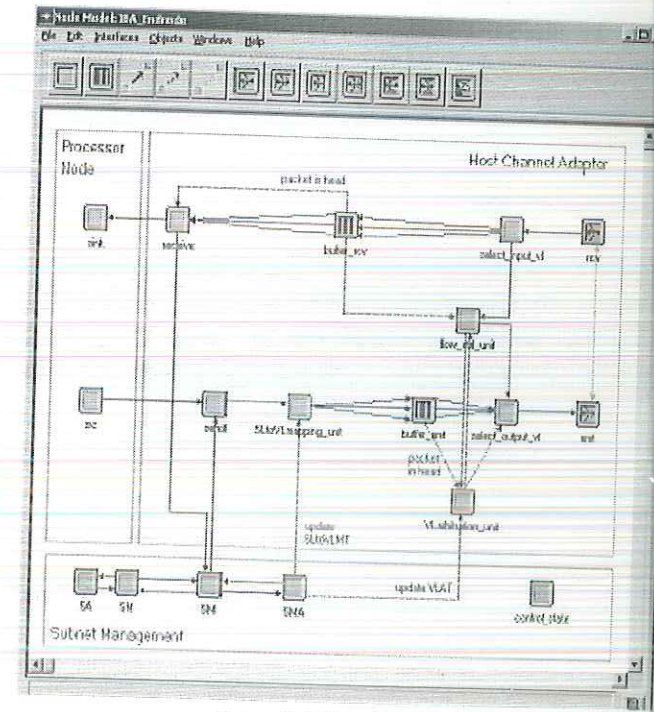


Figura 5. Editor de nodos

3.3 El editor de enlaces

OPNET tiene tres modelos de enlace básico: punto a punto (simplex/duplex), bus y radio. En función del valor de sus parámetros (ancho de banda, latencia, número de canales, porcentaje de errores esperado,...) es posible modelar una amplia gama de tecnologías (fibra óptica, coaxial, par trenzado,...).

Cuando un paquete alcanza la cabecera de un canal de entrada al crossbar, la unidad de encaminamiento le atribuye un canal de salida del mismo. En primer lugar, se atienden las peticiones de los VL15 (priorizando el puerto de administración). Para los VL0-14 se aplica una política *round-robin*.

Para realizar esta función, la unidad de encaminamiento incorpora una tabla (LFT o RFT) con estructura LIDdest→Pout. El contenido de esta tabla es proporcionado por el protocolo de administración, siendo independiente de la arquitectura. Cuando la tabla devuelve un número de puerto no válido, el paquete es descartado. Si el paquete emplea encaminamiento fuente, la unidad de encaminamiento utiliza la información contenida en el propio paquete, en lugar de consultar la tabla anterior.

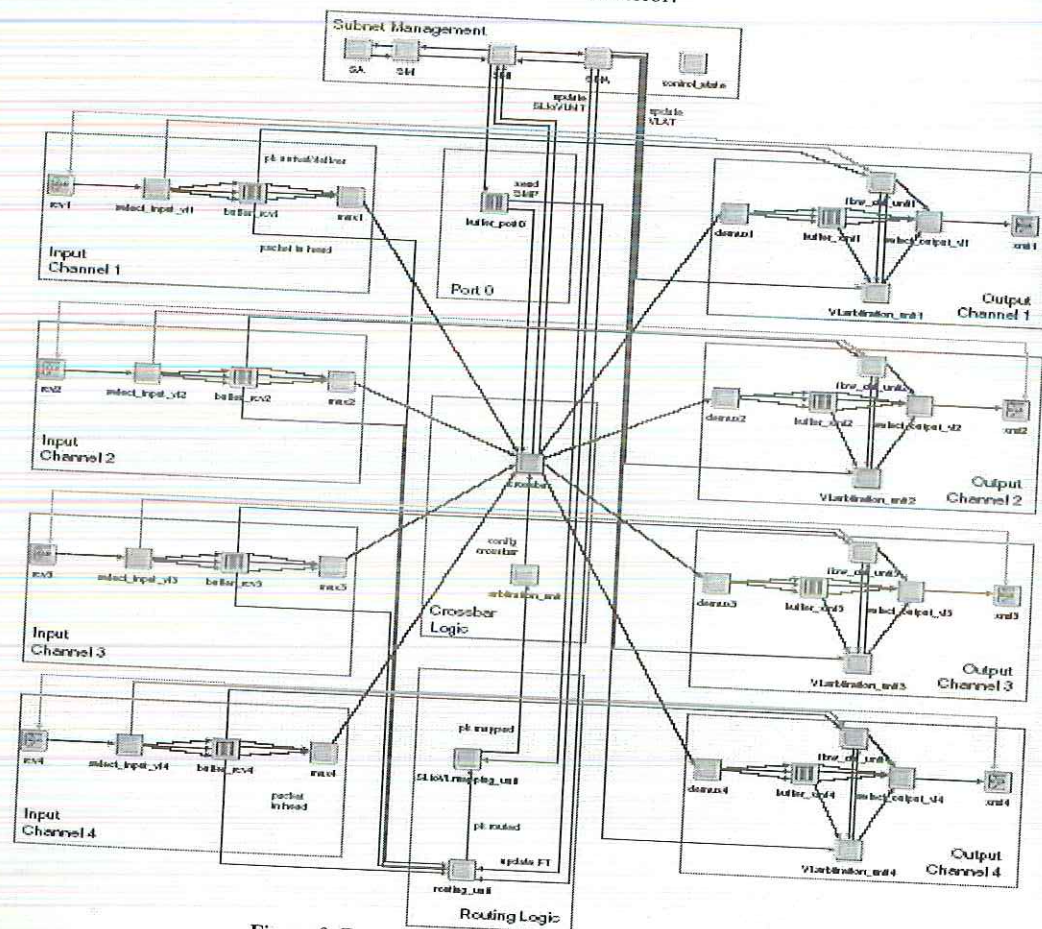


Figura 9. Estructura interna de un computador

La Figura 10 muestra la máquina de estados que define el comportamiento de la unidad de encaminamiento.

Cada vez que un paquete es encaminado con éxito, el resultado es comunicado a la unidad de mapeo, que debe determinar el VLout para el paquete. Esta unidad incorpora una tabla (SLtoVLMT) con estructura Pin×Pout×SLpck→VLout, y cuyo contenido es proporcionado por el protocolo de administración. La consulta a esta tabla también puede derivar en el descarte del paquete.

Finalmente, la unidad de mapeo proporciona la tupla (PCKlength, Pin, VLin, Pout, VLout) a la unidad de arbitraje del crossbar (*arbitration_unit*).

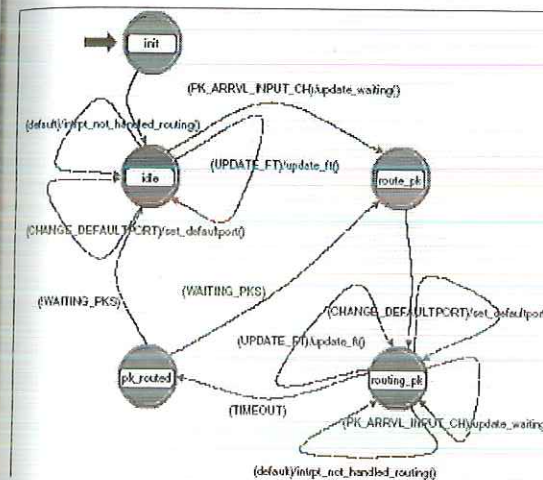


Figura 10. Máquina de estado finitos de la unidad de encaminamiento

4.2.3 Lógica de conmutación

En el centro de la Figura 9 podemos observar el crossbar y la unidad de arbitraje (*arbitration_unit*). El crossbar está conectado a los multiplexores y los demultiplexores de los diferentes canales virtuales que componen cada puerto. Para compensar la multiplexación del crossbar,

he considerado el ancho de banda de la lógica interna un 40% superior al del enlace IX.

La unidad de arbitraje configura todos los componentes implicados en la conmutación (crossbar, multiplexores y demultiplexores). La política aplicada en el establecimiento de las conexiones VLin/VLout atiende a las siguientes condiciones: 1) prioridad del VL15 sobre los VL0-14; 2) equidad entre los VL0-14; 3) un VL bloqueado por el control de flujo debe ceder la ocupación del enlace físico al resto de VLs. La Figura 11 muestra la máquina de estados que implementa el comportamiento de la unidad de arbitraje. En ella, se solicita secuencialmente el control sobre los recursos implicados en la conmutación.

En caso de que un recurso no este disponible, la solicitud se inserta en una cola. Posteriormente, cuando un recurso es liberado, se asigna a la siguiente petición de la cola. A continuación se describen los estados de esta máquina:

- *Idle*: estado de reposo de la máquina. Cuando la unidad de arbitraje recibe una tupla procedente de la unidad de mapeo (mediante la señal PK_ROUTED and MAPPED), se pasa al estado *INewPK*.
- *INewPK*: introduce una petición en la cola de control de escritura sobre el VLout solicitado. A continuación, si una petición de este tipo ya está siendo atendida se retorna al estado *idle*. En caso contrario se pasa al estado *2VLConvec*.

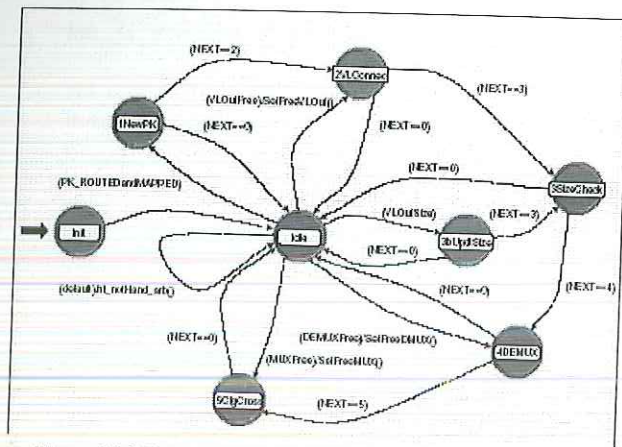


Figura 11. Máquina de estados finitos de la unidad de arbitraje

- **2VLConnec**: si la cola de peticiones de control de escritura sobre el VLOut está vacía se regresa al estado *idle*. En caso contrario se extrae la primera de ellas y se asigna el control de escritura sobre el VLOut solicitado al VLin solicitante. Se pasa al estado **3SizeCheck**.
- **3SizeCheck**: si no hay espacio suficiente para alojar el paquete completo, se regresa al estado *idle*. En caso contrario se introduce una petición de control del demultiplexor asociado a Pout. Posteriormente, si una petición de este tipo ya está siendo atendida se pasa al estado *idle*. En caso contrario se pasa al estado **4DEMUX**.
- **4DEMUX**: si no hay peticiones pendientes sobre el demultiplexor solicitado se pasa al estado *idle*. Si las hay se extrae la primera de ellas y se configura el demultiplexor con el VLOut solicitado. A continuación se

introduce una petición de control del multiplexor asociado a Pin. Finalmente, si una petición de este tipo ya está siendo atendida se pasa al estado *idle*. Si no, se pasa al estado **5CfjCross**.

- **5CfjCross**: si no hay peticiones pendientes sobre el multiplexor solicitado se regresa al estado *idle*. En caso contrario se extrae la primera de ellas y se configura el multiplexor con el VLin contenido en l misma. Seguidamente, se configura el crossbar estableciendo la configuración Pin/Pout. Se inicia la transmisión del paquete desde el VLin hasta el VLOut. La máquina regresa al estado *idle*. La transmisión del último byte del paquete implica la liberación progresiva de los recursos. La liberación del multiplexor provoca un salto (MUXFree) al estado **5CfjCross** que gestionaría la siguiente petición. La liberación del demultiplexor (DEMUXFree) provoca un salto similar al estado **4DEMUX**. La liberación de espacio en el buffer asociado al VLOut provoca un salto (VLOutSize) al estado **3bUpdtSize**. La liberación del control de escritura sobre dicho buffer provoca un salto (VLOutFree) al estado **2VLConnec**.

4.2.4 Canales de salida

Continuando con la descripción del modelo de la Figura 9, a la derecha se encuentra la lógica de los puertos asociada a los canales de salida. Cada salida del crossbar está conectada a la entrada de un demultiplexor (*demuxi*). Cada demultiplexor desemboca

en los buffers (*buffer_xmti*) asociados a los VLOut, y éstos en otro multiplexor (*select_output_vli*) conectado al transmisor (*xmti*) unido al enlace. Si el puerto no está activo, el multiplexor procede a descartar los paquetes en lugar de transmitirlos.

Cada puerto incorpora una unidad de control de flujo (*flow_control_uniti*). Esta unidad proporciona a la unidad arbitraje del canal el estado (habilitado/deshabilitado) de cada VLOut. La máquina de estados asociada a esta unidad se muestra en la Figura 7. A continuación se describen sus estados.

- **Idle**: estado de reposo de la máquina.
- **InVLFlowC**: la máquina evoluciona a este estado cuando varía el espacio disponible en un VLin del puerto (BUFFER_NOTIF). La unidad de control de flujo debe actualizar la información relativa a la ocupación de los buffers de entrada. Si es necesario, se generará un nuevo paquete de control de flujo y se informa a la unidad de arbitraje del canal.
- **SendFCPk**: en este estado, la unidad de control de flujo es autorizada (VLARB_PERMISS) por parte de la unidad de arbitraje del canal para ocupar el enlace físico y transmitir un paquete de control de flujo pendiente.
- **OutVLFlowC**: la máquina evoluciona a este estado cuando recibe un paquete de control de flujo procedente del demultiplexor del canal de entrada (*select_input_vli*). Si el estado (habilitado/deshabilitado) de un

VLOut varía, esta unidad lo notifica a la unidad de arbitraje del canal.

La lógica del canal de salida se completa con la unidad de arbitraje del canal (*VLarbitration_uniti*). Esta unidad determina cual será el siguiente paquete transmitido por el enlace. Se transmiten prioritariamente los paquetes que viajan por VL15. Posteriormente se atienden las peticiones procedentes de la unidad de control de flujo. Finalmente se atienden los canales VL0-14. Entre éstos últimos, la prioridad se establece en base a la tabla VLAT, proporcionada por el protocolo de administración.

4.2.5 Puerto de administración

En la parte superior de la Figura 9 se encuentra el puerto interno del conmutador (numerado como puerto 0). Éste también está conectado al crossbar pero, al contener exclusivamente el VL15, su lógica es más sencilla.

También podemos observar el subsistema de administración, que contiene el SMI (Subnet Manager Interface), el SMA (Subnet Manager Agent), el SM (Subnet Manager) y el SA (Subnet Administrator).

4.3 Terminales

La Figura 5 muestra el modelo de terminal, compuesto de un nodo de procesamiento y la tarjeta de interfaz (HCA).

De momento, el modelo de nodo de procesamiento realizado es muy sencillo. Un nodo se compone de un módulo productor (*src*) y otro consumidor (*sink*) de tráfico de aplicación.

La tarjeta de interfaz modelada dispone de un puerto de comunicaciones. Los módulos transmisor (*rcv*) y receptor (*xmt*) conectan la tarjeta con el enlace. Los paquetes a

transmitir no deben ser encaminados, pero si mapeados. La ausencia de crossbar permite que la unidad de mapeo esté directamente conectada a los VLout. El puerto de comunicaciones tiene asociadas las entidades de administración de la subred. Desde el punto de vista de la administración, una tarjeta de interfaz tiene el mismo comportamiento que un conmutador. Es decir, los módulos de administración utilizan la misma máquina de estados finita. La ausencia de un puerto de administración específico requiere la presencia de dos módulos (*send* y *receive*) utilizados para discriminar el tráfico de administración.

5. Conclusiones

OpNet es una potente herramienta de modelado y simulación de sistemas de comunicaciones. En este trabajo presentamos un prototipo de arquitectura InfiniBand modelado sobre este entorno. En primer lugar, nuestra prioridad es la investigación y evaluación de protocolos de administración de la subred (ejecutados por el SM y el SMA). El modelo actual, presentado en este trabajo, permite la realización de esta tarea. Paralelamente, el modelo es susceptible de ser mejorado y completado. Un aspecto a mejorar podría ser el modelo de la tarjeta de interfaz, incorporando los niveles superiores de la especificación (incluyendo pares de colas, tipos de conexión, consumidores, etc.). Otro modelo a optimizar es el nodo procesador, al que debemos incorporar la generación de tráfico propio de redes de altas prestaciones. Una tarea distinta sería abordar el modelado de otros dispositivos contemplados en la especificación IBA,

como los enlaces 2X y 4X, los routers, y los TCAs.

Por supuesto, nos planteamos la evaluación de la arquitectura en sí misma (y no solo los protocolos de administración). Trabajos interesantes podrían ser el estudio de múltiples políticas de asignación de recursos, (crossbar, unidad de encaminamiento, arbitraje, etc.).

6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la posibilidad de ocupar un computador del aula de proyectos de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, a la señora Marta que nos deja café para trabajar en las noches, al señor Centero, guardia de noche, y sin olvidar al profesor Hugo Vecino Pico que me ha dado el espacio para desarrollar este extenso trabajo. Un agradecimiento muy especial a Marciana Lynch, profesora de inglés de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, muy buena amiga que me ha ayudado mucho con el inglés. No puedo olvidar tampoco el apoyo de mi familia que me permitió hacer el intercambio estudiantil Chile-Colombia y finalmente a una personita muy especial llamada Rafael Vargas Chacoff que sin su ayuda esto no hubiera sido posible.

7. Referencias

- [web1] <http://www.webopedia.com/TERM/I/InfiniBand.html>
- [web2] InfiniBand Trade Association <http://www.infinibandta.org/home>
- [web3] <http://www.oreillynet.com/pub/a/network/202/02/04/windows.html>
- [web4] Grupo de Redes y Arquitecturas de Altas Prestaciones. <http://raap.info-ab.uclm.es>
- [web5] <http://www.intel.com/technology/infiniband/>

- [web6] http://www.tlm.unavarra.es/~eduardo/webs/tlm/ro04_05/
- [web7] <http://ceng.usc.edu/smart/routing/opnet.html>
- [web8] OPNET *Modeler*. <http://www.opnet.com/>
- [web9] <http://www.opnet.com/products/brochures/Modeler.pdf>
- [web10] <http://berkeley.intel-search.net/bnc/papers/mapper.pdf>
- [web11] <http://aggregate.org/TALKS/20030228/slides.pdf>
- [web12] <http://www.comnet.technion.ac.il/projects/winter02/projects/cn13w02/>
- [web13] <http://www.dcmtech.com/InfiniBand.htm#1>
- [web14] <http://www.opnet.com.tw/english/home.htm>
- [web15] <http://www.networkworld.com/reviews/2003/0127rev.html>
- [web16] <http://www.scientific.de/produkte/opnet/netbiz.html>
- [web17] <http://www.meridian.com.sg/Products/modeler.htm>
- [web18] <http://www.inst.eecs.berkeley.edu/~ee122/sp05/Introduction.pdf>
- [web19] <http://www.scientific.de/produkte/opnet/>
- [web20] <http://www.co-opnet.coop/>
- [web21] <http://www.ee.ucl.ac.uk/dcs/commercial/opnet/opnet.html>
- [web22] <http://www.networkworld.com/newsletters/accel/2005/0328netop2.html>
- [web23] Universidad de Oslo, <http://www.ifi.uio.no/~kommsys/opnet.html>

- [web24] http://www.opnet.com/products/library/des_model_library.html
- [web25] http://www-comnet.technion.ac.il/Info/Projects/Projects_From.html
- [web26] <http://www.cs.hku.hk/cluster2003/presentation/poster/p-19.pdf>
- [web27] <http://www.info-ab.uclm.es/sec-ab/Tecrep/diab-03-02-36.pdf>
- [web28] <http://www.hcs.ufl.edu/prj/opngroup/RockwellMtg26Aug03.ppt>
- [web29] <http://www.iec.uia.mx/acad/wcervantes/ldd/articulo.pdf>
- [web30] <http://neutron.ing.ucv.ve/SMM05/NORMAS%20PARA%20ESCRIBIR%20EL%20ART%C3%8DCULO.doc>
- [web31] <http://www.storagesearch.com/infiniband.html>
- [web32] <http://www.storagesearch.com/glossary.html>
- [web33] <http://en.wikipedia.org/wiki/InfiniBand>
- [web34] <http://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/110902.html>
- [web35] <http://www.nolimites.net/articulos/index.php/topic,3025.0.html>
- [web36] http://www.hispatech.com/ver_articulo.php?cod=18
- [web37] <http://infiniband.sourceforge.net>
- [web38] <http://www.openib.org>
- [web39] <http://www.mellanox.com>
- [web40] <http://www.intel.com/espanol/updates/contents/sv12031.htm>
- [web41] <http://www.ac.uma.es/educacion/cursos/informatica/ArqDist/pdfs/04-Clusters.pdf>

Construcción de un escenario para la transmisión de datos mediante una Wireless LAN, en el Laboratorio de Telecomunicaciones de la UNAB.

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería.
Shirlena Gómez, Tatiana Suárez, Hugo Vecino P.
e-mail: {sgomez, tsuarez, hvecino}@unab.edu.co
Bucaramanga, Abril de 2005

Resumen

El presente artículo es una consulta acerca de las bases teóricas y prácticas necesarias para conocer el funcionamiento, estructura y diseño de una WLAN, observar el comportamiento por medio de 4 laboratorios y de acuerdo a estos reconocer la ventaja que esta muestra con relación a las redes cableadas. La técnica utilizada es por medio de ondas de radio para la transmisión inalámbrica de datos, utilizando antenas para este fin. Los laboratorios desarrollados para el logro de los objetivos y el complemento de esta investigación son los siguientes: "Ad-hoc", Access point en modo root, modo repetidor y soluciones en Stand By, para los cuales necesitaremos tarjetas inalámbricas, antenas y Access Point.

Palabras Claves: Transmisión Inalámbrica, WLAN, IP y SSID.

1. Introducción

Una red inalámbrica de área local (WLAN)¹ es una agrupación de componentes que hacen parte de una red la cual hace su conexión por medio ondas

¹ El término WLAN se usará en adelante para hacer referencia a las Redes Inalámbricas.

electromagnéticas en lugar de los cables y los alambres, que se está acostumbrado a ver. Se usan WLANs para aumentar o reemplazar las redes cableadas entre computadores agregando flexibilidad y libertad de movimiento dentro del sitio de trabajo de dicha red. [1]

Desde principios de la década de los 90's se ha vivido el auge de la tecnología inalámbrica en equipos como: Computadoras portátiles, palms, y PDA's (asistentes personales digitales). En la actualidad, la tecnología inalámbrica digital es mucho más avanzada. [2]

La finalidad de las WLANs es brindar a las redes la libertad de movimiento, flexibilidad y una manera más dinámica para la transmisión de datos entre computadores por medio de unos dispositivos especiales, que se utilizan para la transmisión de ondas de radio por medio de antenas. [3]

En este artículo se abordan algunos temas como: Medios de transmisión inalámbrica, ondas de radio, aplicabilidad de las wireless y las ventajas de estas con respecto a las redes cableadas, con el fin de introducir al lector en este tema, y por ende al entendimiento de la importancia de este proyecto.

2. Medios de Transmisión Inalámbrica

Para establecer una comunicación entre dos sistemas (dispositivos) se hace necesario contar con un medio, por medio del cual se transmitirá la información. En medios no guiados, tanto la transmisión como la recepción se llevan a cabo mediante antenas. [4] En la transmisión, la antena radia energía electromagnética en el medio (normalmente el aire), y en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que las rodea. Básicamente hay dos tipos de configuraciones para las transmisiones inalámbricas: direccional y omnidireccional. [5] En el direccional la antena de transmisión emite la energía electromagnética concentrándola en un haz; por tanto en este caso las antenas de emisión y recepción deben estar perfectamente alineadas. En general, cuanto mayor es la frecuencia de la señal transmitida es más factible confinar la energía en un haz direccional. [6]

2.1. Microondas

Las microondas suelen utilizar antenas parabólicas para la transmisión. En conexiones a larga distancia, se utilizan conexiones intermedias punto a punto entre antenas parabólicas. Los enlaces de microondas se utilizan mucho como enlaces allí donde los cables coaxiales o de fibra óptica no son prácticos. Las bandas de frecuencias más comunes para comunicaciones mediante microondas son de hasta 6 GHz. Además, con microondas se puede alcanzar un ancho de banda de hasta 15Mbps. Los enlaces de microondas presentan unas tasas de error en el rango de 1 en 10^5 a 1 en 10^{11} dependiendo de la relación señal / ruido en los receptores. La principal causa de pérdidas es la atenuación, debido a que las pérdidas aumentan con el cuadrado de la distancia

(con cable coaxial y par trenzado son logarítmicas). [7]

2.2. Infrarrojos

La técnica de Infrarrojos permite la transmisión de información a velocidades muy altas: 100 Bits/seg. Consiste en la emisión / recepción de un haz de luz; debido a esto, el emisor y receptor deben tener contacto visual (la luz viaja en línea recta). [8] Por esta limitación pueden usarse espejos para modificar la dirección de la luz transmitida. En infrarrojos no existen problemas de seguridad ni de interferencias ya que estos rayos no pueden atravesar los objetos (paredes por ejemplo). Tampoco es necesario permiso para su utilización (en microondas y ondas de radio si es necesario un permiso para asignar una frecuencia de uso). Los sistemas de comunicación por infrarrojo utilizan muy altas frecuencias, justo abajo del espectro de la luz visible para transportar datos. Como la luz, el infrarrojo no puede penetrar objetos opacos, ya sea directamente (línea de vista) o indirectamente (tecnología difundida / reflectiva). [9] El alto desempeño del infrarrojo directo es impráctico para usuarios móviles pero su uso es prácticamente para conectar dos redes fijas. La tecnología reflectiva no requiere línea de vista pero está limitada a cuartos individuales en zonas relativamente cercanas. [10]

2.3 Señales de Radio

Existen dos técnicas de transmisión de radio, dependiendo del espectro utilizado:

2.3.1 Espectro sencillo de radio.

Es similar a transmitir desde una emisora de radio. El usuario sintoniza al emisor y al transmisor a una cierta frecuencia. [11]

Esto no requiere una línea de visión porque Sin embargo, debido a que la señal es de alta frecuencia, no puede traspasar acero o paredes gruesas. Además es relativamente lento, en un rango de 4,8 Mbps. [11]

2.3.2 Radio de amplio espectro.

La radio de amplio espectro emite señales en un rango de frecuencias. Esto ayuda a evitar los problemas de comunicación de espectro sencillo. [11] Las frecuencias disponibles están divididas en canales. Los adaptadores de amplio espectro sintonizan en un canal específico por una determinada longitud de tiempo y entonces cambian a un canal diferente. La típica velocidad de 250 Kbps hace este método mucho más lento que los otros. Sin embargo, algunas implementaciones pueden ofrecer velocidades de hasta 2 Mbps sobre distancias de 2 millas al exterior y 400 pies al interior. [12]

2.4 Wireless

Una Wireless LAN es una red inalámbrica que provee las mismas funciones que una red LAN cableada, pero con unas ventajas, pues elimina las limitaciones que dan los cables a la hora de la movilidad, y la flexibilidad, sin el uso de cables, una Wireless puede llegar a alcanzar kilómetros, mientras que la red cableada alcanza unos cuantos metros. [13]

La red inalámbrica no requiere un medio físico por el cual se va a hacer la transmisión de la señal para la transmisión de datos, o para la conexión con la red, cuando se dice que no requiere de un medio físico se refiere a la transmisión, aunque se requiere de una antena. La red inalámbrica puede usar rayos infrarrojos u ondas de radio. Las ondas de radio tienen un alcance mayor que los rayos infrarrojos, tienen mas ancho de banda y por ende mayor velocidad de transmisión. [14]

el rango de difusión es de 5000. En esta investigación como se había mencionado antes se utilizaran ondas de radio para la transmisión.

2.5 Ventajas de la tecnología inalámbrica

- **Movilidad:** Información en tiempo real, y en cualquier lugar de la organización o empresa para todos los usuarios de su red. La obtención de los datos en tiempo real supone una mayor productividad y posibilidades de servicio.
- **Facilidad de instalación:** Evita obras, pues no se instalan cables por muros y techos.
- **Flexibilidad:** Permite llegar donde el cable no puede.
- **Reducción de costes:** Cuando se dan cambios frecuentes, o el entorno es muy dinámico, la instalación de una red inalámbrica supone un significativo ahorro en costes, además de tener mayor tiempo de vida y menor gasto de instalación.
- **Escalabilidad:** El cambio de topología de red es sencillo independientemente si son pequeñas o grandes redes.

2.6 Aplicabilidad

La Transmisión Inalámbrica de Datos es una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década por su poder y facilidad para comunicar computadoras mediante tecnología inalámbrica. Puesto que este tipo de tecnología está siendo parte de la cotidianidad, se trabaja con computadores en la casa, en el colegio, en la universidad y en cualquier tipo de empresa. [15]

Las Redes Inalámbricas se pensaron como medio de solución para una comunicación eficaz, porque facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, es decir, que debe ser movida constantemente por un operador. Algunas de las aplicaciones de las redes por medio de la Transmisión Inalámbrica de Datos son:

En la actualidad las personas trabajan con computadoras portátiles y esto hacen que se encuentren en constante movimiento, y es ahí en donde juega el rol la tecnología inalámbrica pues da la ventaja de la movilidad con una libertad en diferentes zonas puede ser de la misma empresa, como puede ser en otras, por ejemplo en el aeropuerto, lo cual es llamado Hot Spot. [16]

El Hot Spot es un uso de un VPN o una Red Virtual Privada que deja que el usuario pueda acceder a Internet, ya que el Hot Spot le asigna una dirección IP global al terminal del usuario. [17]

2.7 Arquitectura IEEE para WLAN

En sus inicios, las aplicaciones de las redes inalámbricas fueron confinadas a industrias grandes. Hoy en día, las redes WLANs son instaladas en universidades, oficinas, hogares y hasta en espacios públicos. Las WLANs típicamente consisten de computadoras portátiles [o de escritorio] que se conectan a dispositivos fijos llamados "puntos de acceso" (Access points) vía señales de radio o infrarrojo. Las implementaciones de las WLANs abarcan todas las modalidades posibles desde las PANs (Personal Area Networks), MANs (Metropolitan Area Network) hasta las WANs (Wide Area Networks). Las PANs son redes inalámbricas de corto alcance, generalmente para uso en interiores a pocos metros. Mientras que las

redes inalámbricas tipo WAN y MAN consisten de 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. [18]

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 2Mbps.

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. [19].

El gran éxito de las WLANs es que utilizan frecuencias de uso libre, es decir no es necesario pedir autorización o algún

permiso para utilizarlas. Aunque hay que tener en cuenta, que la normatividad acerca de la administración del espectro varía de país a país. [20] La desventaja de utilizar este tipo de bandas de frecuencias es que las comunicaciones son propensas a interferencias y errores de transmisión. [21]

2.8 Laboratorios

A continuación se describe la funcionalidad de los cuatro laboratorios que fueron la finalidad de este proyecto.

2.8.1 "Ad-hoc"

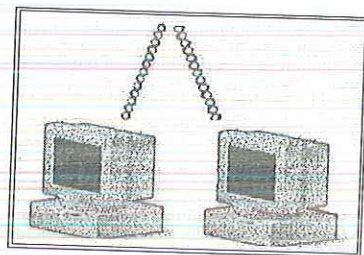


Fig. 1. Conexión Wireless entre 2 PCs.

Este laboratorio consistió en que no se necesita de un tercer dispositivo para conectar los dos computadores, se hace sin un Access Point, a través de tarjetas inalámbricas. [22]

2.8.2 "Access Point en modo Root"

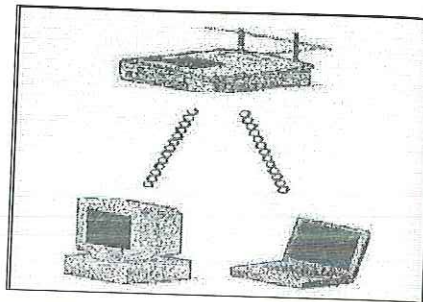


Fig. 2. Conexión de dos PCs a través de un Access Point.

Este laboratorio consistió en conectar los PCs a través de un tercer dispositivo, en este caso el Access Point, el cual va conectado a un root, que va a hacer de red externa.

2.8.3 "Access Point en modo repetidor"

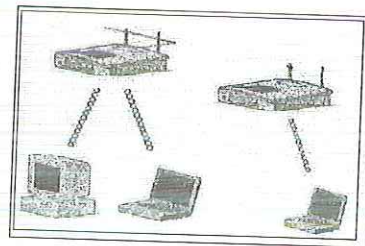


Fig. 3. Un Access Point conectado a otro Access Point para alargar la distancia Inalámbrica.

Este laboratorio consistió en alcanzar una mayor distancia con respecto a la red inalámbrica a través de otro Access Point pero sin conexión a un root.

2.8.4 "Soluciones Stand By"

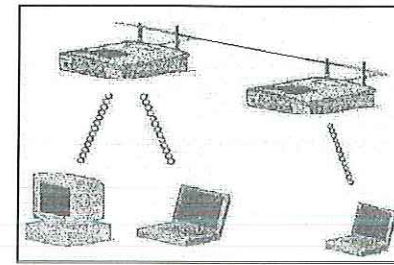


Fig. 4. Dos Access Points conectados a la root.

Este laboratorio consistió en tener un Access Point conectado a un root y otro de igual forma, conectado a otro root, para prevención de que si uno deja de funcionar el otro tome su lugar y así evite la caída de la red.

3. Conclusiones

La transmisión inalámbrica es una tecnología en pleno desarrollo que nació como respuesta a las actuales necesidades de movilidad en los campos de la Medicina, la Industria y Comercio; por sus características y sus múltiples aplicaciones, estas han incursionado en el mercado actual ganando cada día más adeptos.

La tecnología inalámbrica cambió el paradigma de las redes de computadores de las oficinas, en las cuales, tanto la información y los usuarios se encuentran "atados" a la red mediante cables, ahora existen nuevas tecnologías y formas de acceder a determinada información.

Por medio de los cuatro laboratorios realizados se pudo comprobar que para tener un mejor rendimiento en cuanto a las redes, y su mejoramiento en cuando a su funcionalidad es necesario tener una Solución Stand By, para que si la red deja

de funcionar con el dispositivo principal, no arme conflicto y entre en función el otro dispositivo (Access Point).

Es importante en las redes inalámbricas tener mucha movilidad, lo cual da a concluir que es importante también tener un dispositivo que tenga como función aumentar la distancia de la capacidad de la red inalámbrica.

4. Autores

Este Proyecto de Investigación fue desarrollado por Shirlena Gómez Mercado y Tatiana Suárez Parra. Estudiantes de sexto semestre de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB). Con la colaboración del Ing. Hugo Vecino Pico.

5. Referencias Bibliográficas

- [1] Stallings, William. Local and Metropolitan Area Networks. Fifth Edition. Editorial Prentice Hall. USA (1997), Págs. 355-382.
- [2] Tanenbaum, Andrew S. Redes de Computadoras. Tercera Edición. Editorial Pearson. México (1997). Págs. 93-97.
- [3] Stallings, William. Comunicaciones y Redes de Computadores. Séptima Edición. Editorial Pearson. España (2004), Págs. 567-581.
- [4] http://www.eveliux.com/redes_01/wlan.htm.
- [5] http://www.imasde.com/wlan/wlan_e5.htm.
- [6] <http://www.eveliux.com/articulos/wlandesign.html>

- [7]<http://www.arturosoria.com/eprofecias/art/wireless.asp?pag=2>
- [8]http://www.3com.com/prod/cs_ES_EMEA/detail.jsp?tab=features&sku=3CRWE91096A
- [9]http://www.3com.com/products/en_US/detail.jsp?tab=features&pathtype=purchase&sku=3CRWE154A72
- [10]F.G. Stremmer. Introducción a los Sistemas de Comunicación. Tercera Edición. Editorial Pearson. México (1998), Págs. 226-234.
- [11]<http://www.webopedia.com/TERM/W/WLAN.html>
- [12]http://www.hpl.hp.com/personal/Jean_Tourrilhes/Linux/
- [13]<http://grouper.ieee.org/groups/802/11/>
- [14]<http://www.wlan.org.uk/>
- [15]<http://www.wlana.org/>
- [16]<http://www.cisco.com/>
- [17]<http://www.wi-fiplanet.com/tutorials/article.php/1457211>
- [18]http://searchmobilecomputing.techtarget.com/sDefinition/0,sid40_gci213379,00.html
- [19]
<http://www.itc.ku.edu/wlan/index.shtml>
- [20]http://www.byte.com/documents/s=1422/byt20010926s0002/1001_marshall.html
- [21]<http://wlan.ref-union.org/>
- [22]http://www.wi-fi.org/OpenSection/WLAN_Calculator.asp
- [23]http://www.windownetworking.com/articles_tutorials/wlan.html
- [24]<http://www.nortelnetworks.com/products/01/wlan/>
- [25]<http://www.allaboutjake.com/network/inksys/wlanexpert.html>

Simulación De Los Algoritmos De Programación Simple Round Robin, Exhaustivo y SRTN, en la Tecnología Bluetooth

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Oscar L. Serrano C, Hugo Vecino P.
e-mail: [oserranoc, hvecino]@unab.edu.co
Bucaramanga, Mayo 2005

RESUMEN

En este documento se expone el trabajo de investigación y desarrollo de la implementación de los algoritmos de programación en la tecnología Bluetooth.

El trabajo realizado, pretende exponer como funcionaría el estándar Bluetooth, implementando otros algoritmos de programación diferentes al Round Robin, para tratar de concluir cual de ellos, sería más eficiente y óptimo.

La motivación de este proyecto, nace en que a pesar de que la tecnología Bluetooth es un estándar a nivel mundial, desarrollado por las más prestantes e influyentes compañías en el mundo, existen todavía problemas sin resolver, y solucionarlos es necesario. Uno de estos problemas es el algoritmo de programación usado por el Bluetooth, que puede llegar a disminuir la ya conocida tasa de transferencia de 1Mbps a una tasa mucho más pequeña.

Palabras clave:

Piconet, Scatternets y Bluetooth.

1. INTRODUCCIÓN

La inquietud de empresas de informática y de telecomunicaciones por desarrollar una interfase abierta y de bajo coste para facilitar la comunicación entre dispositivos sin la utilización de cables, aprovechando la movilidad de los dispositivos inalámbricos, dio como resultado una iniciativa cuyo nombre clave fue "Bluetooth".

¿Por qué este nombre tan raro? Los nombres en clave que se dan a los proyectos secretos siempre tienen alguna relación con el mismo. Si nos imaginamos el gran problema que surge cuando se empiezan a conectar periféricos a un ordenador, o cuando conectamos otros dispositivos electrónicos en el hogar (el vídeo con el televisor y con la cadena de música y con el PC, y con...), con una maraña de cables que se hace difícil de controlar, entonces nos ponemos a pensar en lo fácil que sería si todas estas conexiones se hicieran utilizando otros medios distintos a los cables físicos, como pueden ser los infrarrojos, la radio o las microondas. Pues bien, esto ya se le ha ocurrido a mucha gente y los resultados están en el mercado; pero ahora surge otro problema y es que son muchos los estándares y las tecnologías que existen, incompatibles entre sí, con lo cual el problema inicial de la maraña de cables queda sin solucionar, a

menos que tengamos numerosos receptores y emisores, perfectamente instalados, pero como cada uno necesita su alimentación, estamos en las mismas, a menos que tengamos un dispositivo universal, válido para la conexión de todo tipo de periféricos, y que funcione de manera transparente para el usuario. Eso es Bluetooth. Información adicional se puede encontrar en la página oficial de Bluetooth. [1]

En el siglo X el rey Harald II de Dinamarca¹, apodado "diente azul" (Bluetooth) a causa de una enfermedad que le daba esta coloración a su dentadura, reunificó bajo su reinado numerosos pequeños reinos que existían en Dinamarca y Noruega y que funcionaban con reglas distintas... lo mismo que hace la tecnología Bluetooth, promovida por Ericsson (Suecia) y Nokia (Finlandia), dos países escandinavos.

2. BLUETOOTH

Bluetooth es una especificación para la industria de la Informática y Telecomunicaciones que describe como se pueden interconectar dispositivos como teléfonos celulares, Asistentes Personales Digitales (o sus siglas en Inglés PDA²), ordenadores (y muchos otros dispositivos) ya sea en el hogar, en la oficina, en el automóvil, etc. utilizando una conexión inalámbrica de corto alcance, que no necesita de visión directa entre los dispositivos que se conectan.

¹ Harald Dienteazul (fallecido hacia el 985), rey de Dinamarca (c. 940-985) que consolidó el territorio danés para formar un reino unido..

² Normalmente los PDA disponen de un pequeño teclado en pantalla y un puntero que permite, por ejemplo, escribir en ella, apuntar y ejecutar aplicaciones o realizar selecciones.

Estamos en un mundo en el cual la movilidad es una necesidad en constante aumento y en el que el acceso a la información no puede tener límites. En aras de satisfacer estas necesidades, han surgido nuevas tecnologías, cada una enfocada en un campo de acción específico. Teléfonos móviles (acceso a WAN), WLAN IEEE 802.11 (acceso a LAN) y Bluetooth (acceso a PAN), son ejemplos de tecnologías inalámbricas, cada una con un campo de acción diferente, pero que en conjunto conforman una completa solución a los problemas de movilidad. Colombia está en una época de transición tecnológica, modernizando su infraestructura de comunicaciones y masificando poco a poco el acceso a la misma. Casos como el de la telefonía móvil de segunda y tercera generación, implican más y mejores servicios (transmisión de audio y video con buena definición), que promueven e incentivan el uso de tecnologías como Bluetooth.

Un aspecto muy importante, dado lo reducido chip, ya que va a ir incorporado en dispositivos portátiles y alimentado con baterías, es que tenga un consumo de potencia muy reducido (hasta un 97% menos que un teléfono móvil). Si los dispositivos Bluetooth no intercambian datos, entonces establecen el modo de "espera" para ahorrar energía, quedando a la escucha de mensajes.

2.1 Piconet y Scatternets:

Bluetooth se ha diseñado para operar en un ambiente multi-usuario. Los dispositivos pueden habilitarse para comunicarse entre sí e intercambiar datos de una forma transparente al usuario. Hasta ocho usuarios o

dispositivos pueden formar una "piconet" y hasta diez "piconets" pueden co-existir en la misma área de cobertura. Dado que cada enlace es codificado y protegido contra interferencia y pérdida de enlace, Bluetooth puede considerarse como una red inalámbrica de corto alcance muy segura. Un Scatternet es un grupo de Piconets.

Canales máximos de datos: 7 por piconet.

Rango esperado del sistema: hasta 721 kbit/s por piconet.

Número de dispositivos: 8 por piconet y hasta 10 piconets.

Alimentación: 2,7 voltios.

Consumo de potencia: desde 30 uA a 30 mA transmitiendo.

Tamaño del Módulo: 0.5 pulgadas cuadradas (9x9 mm).

Interferencia: Bluetooth minimiza la interferencia potencial al emplear saltos rápidos en frecuencia÷1600 veces por segundo.

En cuanto a interferencias con otros dispositivos, hay que tener cuidado con los que operan en la misma banda. Por ejemplo, lo mismo que está prohibido el uso de teléfonos móviles en los aviones, se puede prohibir el uso de cualquier otro dispositivo que incorpore un chip Bluetooth, ya que podría interferir con los elemento de navegación, pero esto es más complicado puesto que ha sido diseñado para mantener una comunicación continua, incluso en movimiento, y dentro de maletines, no percibiéndose el usuario (por descuido) ni la tripulación de la nave, de que se está utilizando.

2.2 Problemas y desventajas:

2.2.1 Problemas con los scatternets en Bluetooth:

Los scatternets son definidos por las especificaciones del BT, hay algunos puntos sin cubrir que necesitan ser explicados.

Un ejemplo simple es considerar un maestro que también es esclavo en otro Piconet. Pon un lado necesita controlar el piconet, pero por el otro necesita enviar y recibir datos de su maestro, esto consiste en un problema, porque un maestro debe siempre estar activo, transmitiendo o recibiendo datos de su propio piconet (ver Fig. No.2).

Comunicación Inter Piconets

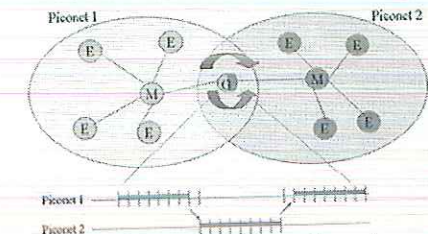


Figura 2: Conexión entre piconets

2.2.2 Protocolos de enrutamiento de Bluetooth:

Consideramos un gran escenario BT de redes, cuando una unidad desea conectarse a otra unidad que está en la red, pero no en el piconet, es necesario que exista un algoritmo de enrutamiento que maneje o controle dicho tipo de comunicación.

2.2.3 Algoritmo de programación del Bluetooth (Bluetooth scheduling algorithm)

Bluetooth es un maestro TDD estándar (traffic driven decide), lo que significa que es el maestro quien decide el monto del tráfico que cada

esclavo recibirá.

Hoy día, la única técnica de programación propuesta es Round Robin, pero fácilmente se puede encontrar un escenario en donde los esclavos requieran una mayor cantidad de tráfico.

Toda aplicación que corra en BT, eventualmente llega a la capa física del modelo OSI y usa un algoritmo de programación. Por lo tanto es necesario examinar la efectividad de dicho algoritmo.

Una explicación más detallada del problema: Una vez que el maestro arrastra al esclavo, el siguiente slot es reservado para ese esclavo sin importar si el tenga datos para enviar o no (ver Figura No.3). Es por ello que el algoritmo de programación no es manejado de manera apropiada.

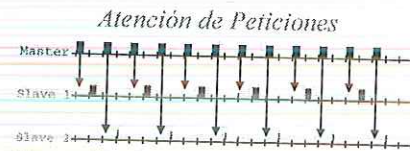


Figura No. 3 Atención de peticiones

3. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS INTERFACES DEL SOFTWARE

Se implementaron 3 algoritmos de programación representativos. El Round Robin con una ventaja de tiempo ajustable, el algoritmo Exhaustivo y SRTN o Esquema de Prioridades.

El software simula el funcionamiento de dichos algoritmos por medio de

paquetes o unidades de tiempo, que representarían el volumen de datos que este necesita transmitir, también deberá ser especificado, el tiempo de llegada, que simularía el momento en el que el dispositivo necesita empezar a transmitir. Teniendo estos dos factores en mente, podemos simular y calcular el tiempo promedio de ejecución y el tiempo promedio de espera para los tres algoritmos, comparando así la eficiencia de cada uno de ellos.

Al iniciar el programa se debe especificar la cantidad de dispositivos que se van a conectar entre sí, de esta forma se simula una red inalámbrica de corto alcance. Recordemos que la tecnología Bluetooth está limitada a conectar siete (7) dispositivos por cada receptor, lo que anteriormente se denominó un Piconet. (ver figura No. 3).

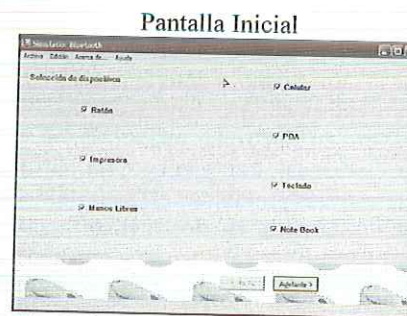


Figura 3: Pantalla Inicial

Paso seguido se debe llenar los campos y datos correspondientes al tiempo de llegada, que representa el momento en el que el dispositivo empieza a transmitir datos en el Piconet, y se debe especificar también el tiempo de Conexión, que representará el volumen de datos a transmitir, por ejemplo si un dispositivo necesita transmitir una

trama de 5 paquetes, entonces deberá estar conectado al maestro durante 5 unidades de tiempo para poder transmitir su contenido totalmente. (ver Fig. No. 4)

Tiempos de llegada y Volumen de transmisión

Dispositivo	Tiempo de Llegada	Tiempo de Conexión al Maestro
Ratón	0	2
Impresora	1	10
Celular	2	5
P D A	2	7
Notebook	4	9
Teclado	5	8
Manos Libres	7	11

Figura 4: Tiempos de llegada y volumen de transmisión.

En la siguiente ventana del programa se debe elegir al menos uno, de los tres algoritmos de programación disponibles, para poder realizar la simulación. En el caso de elegir al Simple Round Robin, se deberá especificar también, la ventana de tiempo ajustable para que el algoritmo pueda trabajar.

Recordemos que actualmente el estándar Bluetooth trabaja con una ventana de tiempo auto ajustable, que cambia y se ajusta, de acuerdo a las prioridades y cantidad de datos a transmitir por parte de cada uno de los dispositivos.

También se puede encontrar, frente a cada algoritmo de programación, un botón que despliega más información sobre el algoritmo de programación en cuestión. (ver Fig. No. 5)

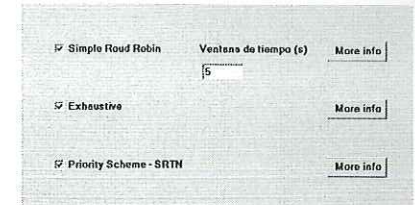


Figura 5: Algoritmos de programación.

En la siguiente ventana del programa encontramos toda la información referente a la simulación y a los resultados de la misma. En este caso se puede apreciar como el algoritmo de programación con un menor tiempo promedio de espera es el Round Robin, pero el algoritmo SRTN es el que desarrolló un menor tiempo promedio de ejecución, es decir, los dispositivos pudieron transmitir toda su carga de manera más efectiva. (ver fig. No. 6)

En este punto, se puede concluir cual es el algoritmo de programación más eficiente, aunque se debe analizar también, ¿Qué es más importante? dependiendo del contexto, si es más importante tener un menor tiempo promedio de espera, o un menor tiempo de ejecución.

Figura 6: Tabla de resultados.

Simulación y Resultados									
Nombre Dis.	Hora de lleg	Tiempo de	T. E. RR	T. Final RR	T. E. EX	T. Final EX	T. E. PR	T. Final PR	T. Final SRTN
Ratón	0	2	2	2	2	2	2	2	2
Impresora	1	10	36	37	11	12	40	41	41
Celular	2	5	10	12	15	17	5	7	7
P D A	2	7	37	39	22	24	12	14	14
Notebook	4	9	40	42	20	22	17	21	21

Tiempo medio de espera con Round Robin	10.43	Tiempo promedio de ejecución con Algoritmo Round Robin	30	Tiempo Total de Ejecución	
Tiempo medio de espera con Exhaustive	10.43	Tiempo promedio de ejecución con Algoritmo Exhaustive	22.86		452
Tiempo medio de espera con Pri. Scheme SRTN	14.21	Tiempo pro. de ejecución con Algoritmo Priority Scheme SRTN	21.14		

Simular

El algoritmo de programación usado actualmente por el Bluetooth (ROUND ROBIN), es el algoritmo óptimo para usar, debido a su bajo tiempo promedio de espera en los dispositivos, tiempo que es menor aun más, cuando las ventanas de tiempo son manejadas de acuerdo a las prioridades y cantidad de datos a transmitir por parte de cada uno de los dispositivos.

Si se desea un menor tiempo promedio de ejecución, el algoritmo a implementar es el SRTN.

Si se quiere replantear la tecnología Bluetooth, se debe analizar más a fondo la conveniencia o no en el manejo de los tiempos de atención y los tiempos de ejecución, para decidir entonces cual de los dos es más importante. Además se puede concluir, que para mejorar estos tiempos de atención y ejecución, sería estrictamente necesario, replantear los algoritmos de programación o formular uno nuevo.

Aparte de dicho análisis se han encontrado una serie de inconvenientes en el estándar Bluetooth, enumerados a continuación:

Bluetooth tiene serias desventajas como manejar una trama específica (más pequeña que IP), haciendo lento su emulación.

Posee un ancho de banda muy limitado, 1 Mbps

Bluetooth es fuerte soportando aplicaciones nativas de voz.

En Bluetooth la función de enrutamiento debe ser unida a la función de formación de Scatternets.

Dentro de una Piconet se realiza Scheduling interno, donde el maestro asigna slots a los esclavos (p.e.

Round Robin)

En una Scatternet existe mínimo un dispositivo que existe en dos piconets y debe compartir su tiempo entre ellas.

Los tradicionales protocolos de enrutamiento son Proactivos, mantienen rutas a todos los nodos, incluso aquellas que no necesitan. Esto implica consumo de recursos escasos.

Ninguno de los protocolos existentes parece trabajar bien en el ambiente Bluetooth!!

4 AUTORES

Oscar Leonardo Serrano Cadena

Estudiante VI semestre de Ingeniería de Sistemas. Universidad Autónoma de Bucaramanga

E-mail: oserranoc@unab.edu.co

Hugo Vecino Pico

Ingeniero de Sistemas

Profesor Auxiliar Facultad de Ingeniería de Sistemas. Universidad Autónoma de Bucaramanga

E-mail: hvecino@unab.edu.co

5 REFERENCIAS

Referencias Bibliográficas:

[1] BLUETOOTH SPECIAL INTEREST GROUP.

<http://www.bluetooth.com>

[2] BLUETOOTH SPECIAL INTEREST GROUP. "Bluetooth Core", Specification of the Bluetooth System, Versión 1.1, 22 de Febrero de 2003.

<http://www.bluetooth.com/dev/specifications.asp>.

[3] BEUTEL, Jan y KRASNYANSKIY, Maksim. Linux BlueZ Howto, 14 de Noviembre de 2001. <http://bluez.sourceforge.net/howto/index.html>

[4] DIGIANSWER. Bluetooth MkII Democard, productsheet-dc-mk2.pdf [Archivo PDF] <http://www.digianswer.com>

[5] MINISTERIO DE COMUNICACIONES DE COLOMBIA. <http://www.mincomunicaciones.gov.co>

[6] Código fuente del paquete y algoritmos de programación c++ -utils. <http://bridge.sourceforge.net/download.html>

[7] Computer Engineering and Networks Laboratory (tik). Sitio en Internet <http://www.tik.ee.ethz.ch/>.

[8] Research Group for Distributed Systems. <http://www.inf.ethz.ch/vs/>.

[9] DIGIANSWER. Bluetooth MkII Democard, productsheet-dc-mk2.pdf [Archivo PDF]. <http://www.digianswer.com>.

[10] ERICSSON MOBILE COMMUNICATIONS. Bluetooth™ HOST Stack, HostSW0601.pdf [Archivo PDF], Lund (Sweden), Octubre de 2000. <http://www.ericsson.com/bluetooth>

[11] Disponible en Internet: < URL: <http://www.rangestar.com> >.

[12] Disponible en Internet: < URL: <http://www.national.com> >.

[13] Disponible en Internet: < URL: <http://www.maxim-ic.com> >.

[14] Disponible en Internet: < URL: <http://www.csr.com> >.

[15] Disponible en Internet: < URL: <http://www.bluefrogssolution.com> >.

[16] Disponible en Internet: < URL: <http://www.national.com/bluetooth> >.

[17] Disponible en Internet: < URL: <http://www.atmel.com> >.

[18] Disponible en Internet: < URL: <http://www.digianswer.com> >.

[19] Disponible en Internet: < URL: <http://www.3com.com> >.

[20] Disponible en Internet: < URL: <http://www.smartm.com> >.

[21] Disponible en Internet: < URL: <http://www.anoto.com> >.

[22] Disponible en Internet: < URL: <http://www.motorola.com> >.

[23] Disponible en Internet: < URL: <http://qualweb.opengroup.org> >

Congestion control and traffic management

Semillero de Comunicación Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Oscar Bautista – Juan Ricardo Turbay -Hugo Vecino Pico
e-mail: [obautista,rramirez,hvecino]@unab.edu.co
Mayo de 2005

Abstract

By using a monitoring network software called "OBSERVER" [16] it will be shown a simulation of a congested network will be shown. This simulation software will guide the user on how to control the congestion. The other software called "CommTraffic 2.1"[17] will show a real time congestion inside a network. This software has three main networking tools that will be used; the first one is a *port scanner* which is a tool that is capable of finding the possible open systems inside a network. The other tool is a *package sender* which sends data packets to a predefined system. The third tool is a transmission analyzer. Its main objective is to determine what kind of congestion took place in order for the user to use a specific technique. This software will alert the user when the network is under critical congestion by sounding an alarm. This alarm will be activated as soon as the packets limits are exceeded.

This software will show the systems inside the network by specifying the transmission speed of each one and whether the system could be in danger or not of a possible congestion.

Different techniques that can be used to slow down a congestion (depending on the flaw) will be proven both theoretically and practically.

Keywords:

Observer, " ", Port scanner, package sender, transmission analyzer.

1. Introduction

In today's fast paced technology, internet usage increases day by day. The unpredictable and stochastic nature of the traffic demands, lead to congestion. "Congestion is nothing but the degradation of the overall performance of the network" [2] when the subnet is dumped with too many packets. If congestion takes place, then buffer runoff occurs, leading to cell loss. So, it is essential to have congestion control for the network users to get the Quality of Service (QoS).

It is essential to know the techniques in order to see under which characteristics and situations they are detectable or treatable. Inside the different techniques, we'll find some more advanced than others, like for example *the back pressure*, "which uses an old method to decrease the

congestion" [8]. It's a bit old because it has to wait for the congestion to be critical in order to respond to it. On the other hand, we have the "*forwarded explicit signal*" [14] which is an efficient technique because it uses a package that first tells the node to slowdown the exit of packages.

We can also find "*The traffic*

management" [17] which consist in a package of techniques that tries to block the congestion inside the network. An example of this technique is **Impartiality** and **Reserves**. These techniques try to show the priority that some applications should have and others shouldn't.

2. Congestion Control

In order to solve the above problem of congestion, it is necessary to help the subnet carries the presented amount of load on the network. The result is a development of a scheme called the congestion control, which assists in proper delivery of packets across the network. The contemporary works on congestion control enveloping the entire gamut, including congestion control in ATM, TCP/IP networks, Frame Relays, and TCP congestion control schemes in Internet. Congestion is a dynamic problem. A particular scheme of congestion control is not suitable for all of the conditions.

"Congestion Control occurs when the number of packages transmitted inside a network, start to reach the capacity limit" [10].

Therefore, the main objective is to maintain the number of packages below the limit, so that the congestion can't take place.

Possible solutions:

- Get rid of the packages that don't have memory space.
- The node can use a flow control method in order to slow down the traffic.

Network's ideal functioning:

- Unlimited temporal memory (see figure 2).
- There is no associated cost to the transmission of packages and the congestion control.

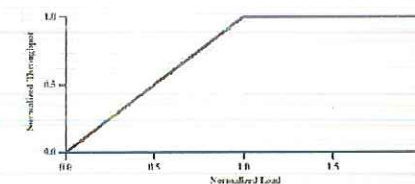


Fig. 1 Graphic of an ideal transmission [3]

The transmission boosts a first congestion and then it normalizes by it keeping it constant.

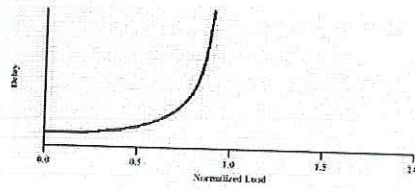


Fig 2 Graphic of an ideal delay [3]

This is an ideal delay of a network between two nodes where the packet flow boosts up and controls the congestion.

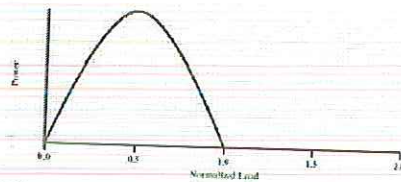


Fig 3 graphic of an ideal congestion control [3]

This graphic shows when the node is congested and how the congestion techniques react and control the overflow.

Network's real functioning:

- Limited temporal memory.
- The control congestion consumes network capacity in the signal control interchange.

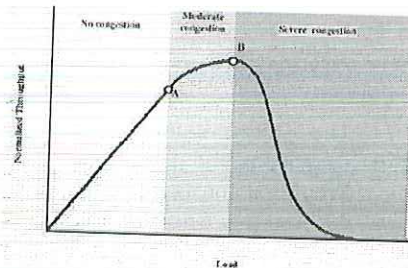


Fig. 4 Graphic of Congestion without control [3]

This graphic shows the real instability of a network when congestion occurs.

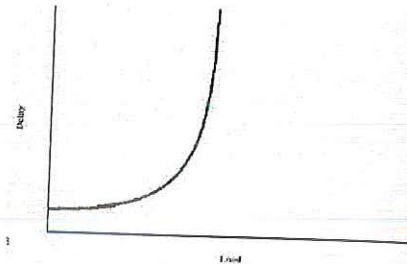


Fig. 5 Graphic of delay of packages [3]

2.1 Back pressure

It describes a technique of congestion control of packages inside a network. This technique was designed to slow down data congestion.

This technique is based on the congestion produced when too many data packages congest (see FIG 6). When the host tries to transmit them to a local node, these packages get stuck and, therefore, we obtain a slow transmission speed. This is where the counter pressure takes place and stops the flow of these packages and returns them to their original node (host).

"These techniques basically try to free the network transmission flow" [13]

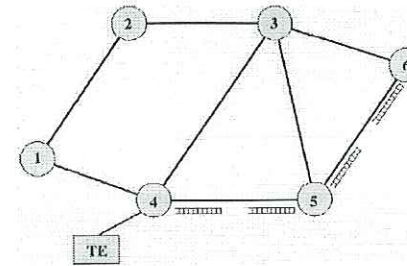


Fig. 6 Graphic of a back pressure technique [3]

"The congestion is dispersed within the nodes until it enters in the original node" [7].

Characteristics:

- It is used in logic connections.
- It is applied to linked levels.
- It is often applied to a high traffic flow connection.
- It is applied to a connection networking (package commutation network x.25).
- Useless in ATM networks.

2.2 Obstruction packages

An obstruction package is a control congestion technique, but different from the back pressure, for this technique involves a congested node that sends a package to the original node in order to reduce the traffic flow. "This package (source quench) can be sent by a router or a final system (final node). This way, the transmitting speed slows down until it stops receiving these packages" [2] because it's in that moment when the system understands that the

connection is not congested and resumes its usual speed. These techniques are rustic because they have to reach a limit in order to show that a congestion has taken place in the system

2.3 Implicit congestion signal

"It is called implicit because it is a technique in which the same original system detects the delay that has been incremented" [18]. Therefore, the rejection of these packages is sent, and it is here where the original system infers that the network is congested. It then accomplishes its main objective, which is to drop down the data flow in order to ease the congestion.

In this case, when the congestion has taken place, these two factors can occur:

- A delay in the original system to the final system.
- Increase when it reaches a level higher than the predetermined one.
- Both packages can be rejected.

"This technique is not effective for non oriented connections, configurations, commutation package networks and IP networks. And also the ATM network "[20]

2.4 Explicit congestion signal

The primary objective of this technique is to react to any network congestion in a faster way .It can do

this, either by the primary node or secondary node by alerting between each other that the network has increased the congestion. This process can be done by two sub techniques which, respectively, are divided into three major categories.

2.4.1 Forward

In this situation, the final system is informed that the exit of packages should be controlled in order to slow down the congestion from the same place where this notification was received. "This notification tries to inform the system that the package has encountered network traffic and that, due to this, the transmission speed must slow down" [20].

This notification can be sent by a control package or an altered bits package. In some cases, the final system resends an "eco" to the primary node.

2.4.2 Backward

As the word indicates, it is contrary to the forward technique. In this case, the primary system is informed that it needs to control the exit of packages. This information is received contrary to where it is receiving the packages so that the congestion can be slowed down. "This notification is sent by a control package or by an altered bits package". [6] At the top of this package, is the address of the primary system that has to be controlled.

These two techniques can be divided into 3 sub categories:

2.4.3 Based on Speed

"Each primary system has a predefined speed connection (theoretically) this is how the system can only transmit data under a certain limit" [21]. Therefore, in order to control any kind of congestion produced in the network, a congested node sends a package to the primary system, producing a low speed transmission, which will be found within a predefined limit.

Characteristics:

- This technique can be done by any node within the network
- A limit transmission of packets is set up for the node sender.

2.4.4 Based on Credit

It is a credit given to the primary system where it shows the maximum amount of packages that the system can transmit. "When this credit reaches the limit, the primary system must wait until its credit is reopened in order to begin a transmission" [13]. This technique is often used by ATM networks which work with a LAPF protocol that goes from a point to point link. In this special case, the secondary system has a counter that carries the credit of the primary system so that it doesn't produce an overload of packages.

Characteristics:

- Credits (packets) are given to the original node.

- When credits are overloaded, transmissions are suspended.
- Used in point to point flow controls.

2.4.5 Binary

"It is when a node activates a bit so that the primary system can detect from where it received the signal" [12], there may exist a congestion and therefore it should slow down the traffic.

Characteristics:

- Uses altered bits.
- The original node reduces the flow after receiving the notification.

3.0 Traffic Management

"Congestion management features allows you to control congestion by determining the order in which the packets are sent out. Congestion management entails the creation of queues, assignment of packets to those queues based on the classification of the packet, and scheduling of the packets in a queue for transmission". [7] The congestion management QoS feature offers four types of queuing protocols, which allow you to specify the creation of a different number of queues, offering greater or lesser degrees of differentiation of traffic. One can also specify the order in which that traffic was sent.

3.1 Impartiality

"When the congestion occurs in the network, the transmission speed must slow down because the traffic of all data is increased in time lapses" [9]. In some cases, these time lapses can be shown in microseconds and in other cases, when the congestion is critical, a package loss can occur.

3.2 Service Quality

It's just about giving priority, depending on the kind of application to be transferred. For example, the risk is higher to upload a file with an extension mp3 transmission, but it is less probable to loose data. On the other hand, an email is less probable to produce traffic but more probable to loose data.

Therefore, "the priority should be based upon the traffic and not the application". [11] In this form, the node can give a priority depending on the application.

3.3 Reserves

"In order to control the congestion, this technique tries to avoid the congestion and at the same time to provide the best service" [5]. This technique is used in ATM networks. The purpose is to have a relation between NETWORK AND SYSTEM where all the criteria is specified like the connection speed and the quantity of packages that are going to be sent). This is where the transmission always stays within certain limits. If, at anytime, these boundaries are broken, the system can choose whether to reject the packages or not.

4 Methodology

For the development of this project we had follow an empiric and qualitative methodology. This experiment was probed and installed in each of the authors' personal computers and the telecommunications laboratory of UNAB.

4.1 Simulation

This simulation consists in constructing a network between two personal computers in which one of them will be the server and the other will be the client. We will then proceed to send info packages between them in order to analyze the info charts and decide which of the studied cases took place, and see if the theory was exact to that of the practice.

5 Results

Real cases where introduced in the laboratory where the network started to experience a congestion.

The software (Observer), demonstrated that the network started to experience congestion and slowness in the transmission speed when the packages exceeded the 100 limit in the network (see figure 7).

It was verified that the best technique to use for a congestion was the implicit congestion signal, because it showed that the results were less damaging for the network. This technique is the most accurate for a fast detecting congestion.

Software Tools for Network Analysis

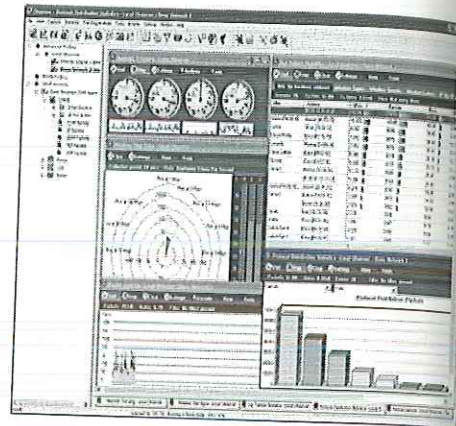


Fig. 7 simulation of packet transmission in observer [16].

Here we can see how the packets start to overflow in the network because of the limit overflow.

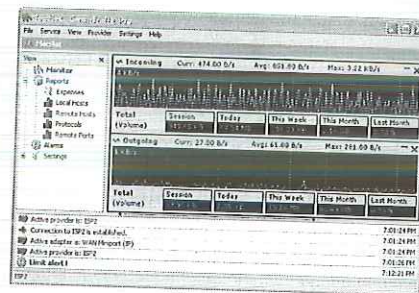


Fig 8 Commtraffic tool [24].

This figure shows how the incoming and outgoing packets are controlled.

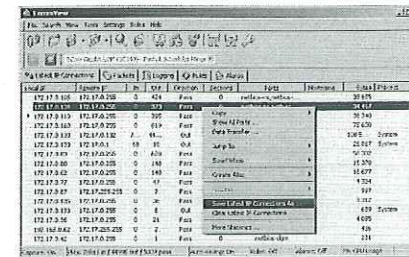


Fig 9 Commview tool [25]

This figure shows the window where all the IPs that are inside the flow control and congestion control techniques, administrated by the software inside the network.

6 Conclusions

It was verified and proven that a network has to use these techniques in order to have normal transmissions. There are many software for monitoring networks and these are tools for avoiding congested networks. With respect to the Essential NetTools a local net diagnostic was obtained. The state of listening, the port and its service, and the remote IP for each conection was observed.

Information of the data processing of the net was gathered by the CommTraffic software. This was demonstrated by a traffic graphic showing both the incoming and outgoing traffic.

The internet department within the Lan net was monitored by the CommView software. The net packets and the velocity transference of these was captured. The logs were stored on order to later be analyzed in a more detailed manner.

7 Authors

Oscar Julián Bautista Rojas

Estudiante de sexto semestre de Ingeniería de Sistemas en la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Juan Ricardo Turbay Ramírez

Estudiante de sexto semestre de Ingeniería de Sistemas en la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Ing. Hugo Vecino Pico

Ingeniero de Sistemas-Universidad Autónoma de Bucaramanga, Docente.

Bibliography

[WEB 1]

<http://www.ibw.com.ni/~alanb/comdat/a/conges.htm>

[WEB2]

http://eia.udg.es/~atm/grup_docencia/xdsi/xdsi_tema3

[WEB3]

http://www.it.uc3m.es/~pablo/asignaturas/rysc1/alumnos/06-Congestion_TCP.pdf

[WEB4]

<http://lids.mit.edu/~modiano/papers/C86.pdf>

[WEB5]

http://www.webopedia.com/TERM/F/f_low_control.html

[WEB6]

http://eia.udg.es/~ramon/xdsi/xdsi_tem a3_control_trafico_congestion.pp

[WEB7]

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos_c/fqcprt2/qcfconmg.htm#1000872

[WEB8]

<http://jpadilla.docentes.upbbga.edu.co/programa%20redes/congestion.PDF#search='paquetes%20de%20obstrucci ontelecomunicaciones'>

[WEB9]

<http://www.cs.panam.edu/~meng/Course/CS6345/Notes/chpt-5/node21.html>

[WEB10]

http://www.tele.sunyit.edu/tcp_control.htm

[WEB11]

<http://scitec.uwichill.edu.bb/cmp/online/cs31k/CONGESTION%20CONTROL.ppt>

[WEB12]

http://www.cs.ucy.ac.cy/courses/EPL224/data_networks/slides/Chapter_12.ppt

[WEB13]

http://web.indstate.edu/ect/ECT680/fall03_papers/Saidu.pdf#search='network%20congestion'

[14]

Ramakrishnan, K.K., Jain, R.: A Binary Feedback Scheme for Congestion Avoidance in Computer Networks. ACM Trans. On Comp. Sys. 8, 2, p 158-181 (1990).

[WEB15]

http://eia.udg.es/~marzo/doctorat/ctav_v00.pdf#search='control%20de%20congestion%20%20redes'

[WEB16]

<http://www.networkinstruments.com/downloads/index.asp>

[WEB17]

<http://networking.ittoolbox.com/nav/t.asp?t=393&p=456&h1=393&h2=456>

[WEB18]

http://www.cse.ohio-state.edu/~jain/cis777-99/ftp/g_6firmc.pdf#search='implicit%20congestion'

[WEB19]

www.cs.buffalo.edu/~qiao/cse620/cse620.ppt

[WEB20]

<http://www.ecse.rpi.edu/Homepages/shivkuma/research/cong-papers.html>

[WEB21]

<http://www.cs.wisc.edu/~jgast/cs740/papers/best-eff-cong.html>

[WEB22]

www.comsoc.org/livepubs/surveys/public/2003/sep/ryu.html

[WEB23]

www.cs.cmu.edu/~srini/Papers/presentations/1999.IETF/99.ietf44.pp

[WEB24]

<http://www.tamos.com/i/products/shot1ct.gif>

[WEB25]

<http://www.tamos.com/i/products/shot1cv.png>

Conmutación de Paquetes

Semillero de Comunicación de datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Samuel Ardila Jaimes, Yuri Prada Morales, Hugo Vecino Pico
E-mail: (sardila3@unab.edu.co, yprada2@unab.edu.co, hvecino@unab.edu.co)

Resumen

En la realización de este documento se trabajó el tema de "Conmutación de Paquetes" pasando por sus conceptos básicos y abordando también las técnicas, protocolos, y dispositivos asociados que en el mismo se manejan, a su vez se elaboró un software de simulación que permite ver el tema desde una perspectiva didáctica e interactiva. En este software de simulación se utilizan las técnicas de Datagrama y Circuito Virtual y se puede escoger entre los tamaños de paquete teniendo como referencia los protocolos X25, Frame Relay, y ATM, además se aplica el algoritmo Dijkstra¹ para la escogencia de la ruta de menor costo entre nodos.

1. Introducción

La conmutación de paquetes ocupa un papel protagónico en el desarrollo de medios de comunicación, ya que su creación fue esencial para el nacimiento de redes de información

¹ Algoritmo que recorre un grafo utilizando siempre la ruta mas corta

como la Internet. Esta tecnología cambio el concepto que se tenía de la comunicación entre computadores ya que aprovecha al máximo el medio de transmisión utilizado, permitiendo a muchos usuarios la utilización de un mismo canal de información. [web 1]

En la conmutación de paquetes los datos enviados son divididos en pequeños paquetes de información llamados tramos, los cuales por lo general son de 53 bytes, aunque su tamaño puede variar dependiendo de la técnica y el protocolo utilizado, estos tramos contienen adicionalmente información de cabecera, la cual incorpora información de enrutamiento, origen, y destino [web 2].

1.2. Reseña Histórica

La conmutación de paquetes tiene sus inicios en Europa, los primeros trabajos prácticos se efectuaron en el Laboratorio Nacional de Física del Reino Unido [web 3]. Hacia el año de 1969 esta nueva tecnología llega a los Estados Unidos y se pone a disposición de la Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (ARPA). En el año 1971 se crea

ArpaNet, hasta ese entonces el arma mas moderna de los Estados Unidos, una red de información que comunicaría todas sus estaciones y que evitaría el truncamiento del flujo de la información ya que esta era lo suficientemente inteligente como para tomar atajos y evitar rutas descompuestas o congestionadas.

No tomaría mucho tiempo para que las empresas y universidades se interesaran por esta tecnología y quisieran acogerla, creando redes internas, y es hasta el año de 1983 cuando todas estas redes alrededor de los Estados Unidos se interconectan formando lo que hoy conocemos como Internet [web 4].

2. Conmutación de Paquetes

2.1 Red de conmutación

Una red conmutada es un conjunto de nodos de conmutación, los cuales conocen siempre el estado de la red completa [2]. Conociendo este estado, los nodos pueden tomar decisiones de enrutamiento, enviando tramos de información por caminos de menor congestión. Pero que son tramos de información?

Como se observa en la figura 1 [web 6] los datos enviados desde un computador son seccionados en pequeños tramos de información y su vez son numerados para mantener un control de recibo, el tamaño de estos tramos se define según la técnica y el protocolo escogido [3], estos tramos

tienen información adicional la cual se denomina información de cabecera que contiene informes del enrutamiento, de donde viene y hacia donde va el tramo.

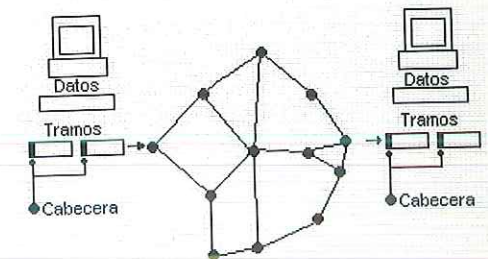


Figura 1 : Red de Conmutación.
(adaptada) tomada de [web 6]

En la figura 1 [web 6] también se muestran los nodos de enrutamiento, estos son los responsables de la manipulación de los tramos y de su distribución por toda la red, los tramos se almacenan temporalmente en cada nodo de la ruta que se va definiendo por el nodo anterior, y se envía al siguiente nodo hasta llegar a su destino, es posible que los tramos lleguen de una manera desordenada por lo que su numeración resulta importante para el posterior ordenamiento por parte del receptor [web 5].

2.2 Técnicas de conmutación

Para enrutar una secuencia de tramos a través de la red se utilizan dos técnicas de conmutación.

2.2.1 Técnica Datagrama

Con esta técnica cada paquete se trata de forma independiente, el emisor

enumera cada paquete, le añade información de cabecera y lo envía hacia su destino, cada paquete es enrutado en la red de conmutación como mejor sea conveniente en ese momento, o sea que es muy probable que el paquete numero 1 se enrute por un camino distinto que el paquete numero 2, a su vez estos paquetes pueden llegar desordenados por lo que tiene que ser el receptor el encargado de ordenar los paquetes y saber los que se han perdido, para su posible reclamación al emisor[2].

En la figura 2 [2] se aprecia el envío de paquetes por parte del emisor utilizando la técnica de conmutación por Datagrama los paquetes llegan de manera desordenada a su destino.

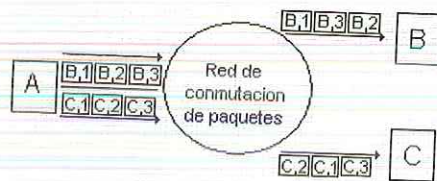


Figura 2: Conmutación por Datagrama. (adaptada) tomada de [2]

2.2.2 Técnica de Circuito Virtual

En la técnica de conmutación conocida como Circuito Virtual se envía un paquete especial de control llamado petición de llamada, una vez en la red de conmutación los enrutadores establecen un camino hacia su destino teniendo en cuenta la ruta de menor costo para su momento, recibido el paquete especial el receptor envía una señal llamada 'Aceptada' la cual va

hacia el emisor por el mismo camino por el cual llevo el paquete especial, ya establecida la conexión el emisor empieza a mandar los tramos de información por la ruta definida [web 7].

La característica principal de la técnica de circuitos virtuales es que la ruta entre las estaciones se establece antes de la transferencia de los datos. A diferencia de la técnica de Datagrama, es que con Circuito Virtual, el nodo no necesita tomar decisiones de enrutamiento para cada paquete, sino que ésta se toma una sola vez para todos los paquetes que usan dicho circuito virtual.[web 8]

En la figura 3 [2] se observa una característica de la conmutación por circuito virtual, esta es que los paquetes llegan en el orden de envío por lo cual no hay que ordenar nada después de recibidos los tramos.

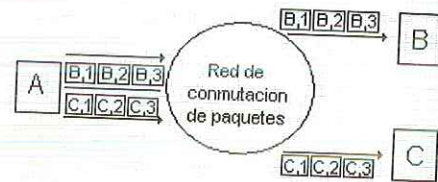


Figura 3 : Conmutación por Circuito Virtual. (adaptada) tomada de [2]

2.3 Prestaciones

Existe una relación importante entre el tamaño del paquete y el tiempo de transmisión.

“Un aumento del tamaño de los paquetes implica que es más probable

que lleguen erróneos. Pero una disminución de su tamaño implica que hay que añadir más información de control, por lo que la eficiencia disminuye” [Web 9].

En la conmutación de paquetes existen tres tipos de retardos: [web 10].

- **Retardo de propagación:** Es el tiempo que tarda la señal en propagarse desde un nodo hasta el siguiente.
- **Tiempo de transmisión:** Es el tiempo que tarda un nodo en realizar los procesos necesarios para la conmutación de datos.
- **Retardo de nodo:** Es el tiempo que tarda un nodo en realizar los procesos necesarios para la conmutación de datos [web 20].

2.4 Enrutamiento de Paquetes.

Es la ruta en la que se determina el envío de paquetes a través de la red; para esto se debe cumplir con algunos requisitos tales como tener exactitud, simplicidad, robustez, estabilidad, imparcialidad, optimización y eficiencia. El enrutamiento en las redes se puede clasificar en: [web 11].

- **Centralizado:** Proporciona un control centralizado de la red que determina el enrutamiento de los paquetes por la misma. El control centralizado es vulnerable a fallos en la estación central de control.

- **Distribuido:** Exige dotar de mas inteligencia a los nodos de la red. La red, es menos propensa a fallos, ya que cada nodo toma sus propias decisiones sobre el encaminamiento sin necesidad de comunicación entre el control central y los centros de conmutación para transmitirles la información de enrutamiento [web 21].

2.4.1 Técnicas de Enrutamiento

2.4.1.1 Inundación de Paquetes.

Se utilizan todos los caminos posibles entre los terminales de usuario emisor y receptor, excepto por el que llegó. Se colocan duplicados de los paquetes en todos los canales de salida y se envían por la red [web 12].

2.4.1.2 Enrutamiento Aleatorio.

Esta técnica, presenta un menor tráfico, sencillez y robustez. Aquí, un nodo selecciona un único camino de salida para retransmitir un paquete entrante. El enlace de salida se elige de forma aleatoria, excluyendo el enlace por el que llegó el paquete [web 13].

2.4.1.3 Enrutamiento Estático.

Se configura una única y permanente ruta para cada par de nodos origen-destino en la red, para ello se utiliza los algoritmos de menor coste. Las rutas son fijas, así los costes de enlaces usados para el diseño de la rutas no pueden estar basados en variables como el trafico [web 14].

2.5 Protocolos.

Algunos Protocolos utilizados en la conmutación de paquetes son:

- **X.25:** Es el predecesor de Frame Relay. El estándar especifica una interfaz entre una estación y una red de conmutación de paquetes. Este protocolo especifica funciones de tres capas del modelo OSI: capa física, capa de enlace y capa de paquetes [web 15].
- **Frame Relay:** Estos protocolos ofrecen múltiples facilidades de uso que permiten un adecuado control sobre aspectos tales como seguridad, y distribución del tráfico, también permiten establecer conexiones de respaldo de las líneas dedicadas [web 18].
Frame Relay permite que el tamaño de los paquetes a enviar sea modificado y no existe un tamaño específico para cada tramo de información en este protocolo [web 16].
- **Conmutación de Celdas:** Conocidas como Modo de Transferencia Asíncrona (ATM) [web 24], ofrece servicios de conmutación de paquetes rápidos que pueden transmitir a mega o a gigabits por segundo [web 19].
ATM es una tecnología basada en transmisiones de pequeñas unidades de tamaño fijo(tramo) y formato estandarizado. Los tramos son transmitidos a través de conexiones conmutadas.[web 23] Cada

tramo posee un encabezado y un campo de información (tamaño fijo de 53 bytes). Es una de las nuevas tecnologías actuales que prometen ser el futuro de las telecomunicaciones incluyendo información de diferentes tipos, como audio y video [web 17].

3. Simulador de conmutación de paquetes

En la figura 4 se puede apreciar la interfaz del simulador de conmutación de paquetes.

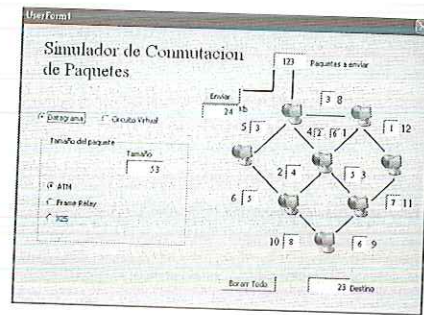


Figura 4 : Simulador de conmutación de paquetes

Este simulador fue elaborado en el lenguaje Visual Basic. Para la conmutación de los paquetes se han definido tamaños de paquetes usando como referencia los protocolos X25, Frame Relay y ATM, además está habilitada la escogencia de las dos técnicas de conmutación, Datagrama y Circuito Virtual, en la parte superior se puede apreciar la casilla 'enviar' donde se introducirá el tamaño del archivo, la unidad para el tamaño del archivo a enviar esta fijado en kilobytes, se define así dado que un tamaño muy

grande puede ocasionar que el software demore demasiado tiempo para terminar la simulación, ya que generaría muchos tramos a enviar.

Durante la ejecución del simulador se podrá ver el número de tramos que se obtienen al fragmentar un archivo y el recorrido de cada tramo se podrá observar a través de toda la red de conmutación.

La red de conmutación está compuesta por ocho nodos, y este numero no se puede modificar, también se observa que en las líneas que comunican todos los nodos hay casillas, las cuales indican el ancho de banda que hay de un nodo a otro. Los anchos de banda entre los nodos son generados aleatoriamente en un intervalo determinado de tiempo, procurando así obtener mayor información del comportamiento de los tramos sobre cada técnica y obtener datos que asemejen mas la realidad.

Con cualquiera de las técnicas y protocolos escogidos el envío del archivo por tramos debe enrutarse por el camino de menor costo, para esto se implemento el algoritmo Dijkstra, este es un algoritmo para escoger la ruta mas corta que existe de un nodo a otro teniendo en cuenta los anchos de banda y evitando el trafico simulado.

4. Conclusiones

En la elaboración del software nos enfrentamos al problema de su complejidad, ya que una red de conmutación que se asemeje a la realidad debe enfrentar todos los problemas relacionados a una red de conmutación cotidiana, como trafico,

perdida de información, y el requerimiento de reposición de un tramo perdido.

En la ejecución del software se observó que las técnicas son igualmente beneficiosas dependiendo de las condiciones en que se trabajen, por ejemplo, al enviar archivos muy grandes la conmutación por Datagrama gasta un tiempo adicional al hacer una evaluación de todos los posibles caminos por cada tramo de información que manipula, a su vez al llegar esta información hay que ordenarla, lo que implica otro poco de tiempo. Para archivos pequeños la utilización de la conmutación por Datagrama es mas conveniente ya que por haber generado pocos tramos de información, el tiempo que gastan los nodos en enrutarlos va a ser un tiempo acumulado muy por debajo de el posible trafico que va a experimentar el Circuito Virtual.

5. Diccionario

Tramo : Segmento de información que forma parte de un archivo que ha sido fragmentado.

Enrutamiento: Direccionamiento de los paquetes hacia un destino

6. Autores

Samuel Ardila Jaimes. Est. de Ingeniería de Sistemas. VI Semestre
e-mail : sardila3@unab.edu.co

Yuri Prada Morales. Est. de Ingeniería de Sistemas. VI Semestre
e-mail : yprada2@unab.edu.co

Hugo Vecino Pico. Docente
Ingeniero de Sistemas, Universidad
Autónoma de Bucaramanga, 2000
e-mail : hvecino@unab.edu.co

7. Referencias:

[1] : COMER DOUGLAS E., REDES DE COMPUTADORAS, INTERNET E INTERREDES, Prentice Hall, paginas 261 – 267.

[2] : STALLINGS WILLIAM, COMUNICACION Y REDES DE COMPUTADORAS, paginas 289-314.

[3] : ANDREW S. TANENBAUM, REDES DE COMPUTADORAS, Editorial PEARSON, Pag 133

[web 1] <http://www.personal.us.es/jluque/Conferencias/2000%20Estadistica-1.pdf> Paginas 5 -7

[web 2] : http://www.zator.com/Internet/A3_1.htm

[web 3] : <http://personales.com/colombia/popayan/sandra/>

[web 4] : <http://www.monografias.com/trabajos6/intert/intert.shtml>

[web 5] : iio.ens.uabc.mx/~jmilanez/escolar/redes/01090000.html

[web 6] : <http://ciberhabitat.gob.mx/museo/cerquita/ic05.htm>

[web 7] : <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/articulos/Vol11/artic6/p6.html>

[web 8] : <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpVAyEpFpyYWQQuNDi.php>

[Web 9] : <http://www.rad.com/network/1998/packet/sim.htm>

[web 10]: <http://www.ac.uma.es/educacion/cursos/informatica/ArqRed/material/tema4a.pdf>

[web 11]: <http://www.geocities.com/CollegePark/Lab/2175/Redes/Redes8.htm>

[web 12]: <http://tiny.uasnet.mx/prof/cln/ccu/mario/COMDAT/apuntes7.html>

[web 13]: http://www.tlm.unavarra.es/asignaturas/arss/arss03_04/practicas/Practica6.pdf

[web 14]: <http://www.geocities.com/CollegePark/Lab/2175/Redes/Redes11.htm>

[web 15]: <http://www.herrera.unt.edu.ar/wan/admin/struc/program.asp>

[web 16]: <http://www.ibw.com.ni/~alanb/frame-relay/cfr4.htm>

[web 17]: http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-1204101-085733/03sinopsis.pdf

[web 18]: <http://www.comsto.org/Menu/internet02.htm>

[web 19]: <http://www.ralco-networks.com/soluciones/wan/tecnologiasacceso/>

[web 20]: <http://digitales.itam.mx/Cursos/SistServTel/RedPaq.PDF>

[web 21]: http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/tutorial_fr.html

[web 22]: <http://www.coit.es/museo/cronolog/1970/1970.htm>

[web 23]: <http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/MonogSO/REDES02.htm>

[web 24]: <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/ATM%20vs%20FR.htm>

Simulación Computacional para la Detección y Corrección De Errores

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Diego A Pérez O, Álvaro E Guerrero, Hugo Vecino P.
e-mail: {dperez5,aguerrero3,hvecino}@unab.edu.co
Bucaramanga, Mayo de 2005.

Resumen

Este artículo muestra los distintos métodos para la detección y corrección de errores en la transmisión de datos. Para la corrección de errores fueron usados: La comprobación de paridad, comprobación de redundancia cíclica (CRC), polinomios y para la detección de errores fueron utilizados: ARQ con parada y espera, ARQ con vuelta atrás- n. De estos métodos fue realizado un software de simulación en la plataforma java, el cual simula el envío de un paquete de un punto a otro describiendo objetivamente su descripción y recorridos, este se presenta como una herramienta que facilita el entendimiento de los mismos en el ejercicio de la academia.

Palabras Clave:

Métodos para, Detección y Corrección de errores.

1. Introducción

En la comunicación siempre han existido diversos problemas para que la información llegue al destino o que llegue completa. La detección y

corrección de errores, consiste en hacer que estos problemas desaparezcan o por lo menos se vuelvan menos frecuentes a la hora de enviar un paquete o archivo.

Con esta investigación se busca hacer referencia a la importancia que tiene la detección y corrección de errores en los datos que se envían a través de una red, por medio de diversos métodos que verifican si los datos llegaron al sitio requerido por un usuario y además si están completos o incompletos.

2. Detección De Errores.

El primer paso es reconocer la existencia de los errores que se pueden generar por las alteraciones en la señal a través de la cual se esta transmitiendo, esto implica disponer de métodos que permitan la evaluación del número de errores, expresado como Tasa de Error de Bit BER (Bit Error Rate). Luego de reconocida la existencia de errores, es posible la identificación y la corrección de los mismos. [1][2]

2.1. Métodos De Detección De Errores.

Actualmente, hay disponibles diferentes métodos y formas para corregir errores.

76

2.1.1 Comprobación de Paridad.

Se tiene una señal a transmitir y sobre ésta se agregan bits de paridad que son analizados y calculados por el receptor. Un ejemplo que se puede tener en cuenta es el de transmisión de caracteres, que consiste en añadir un bit de paridad por cada carácter IRA (Internacional Referente Alphabet) de 7 bits. Si el número de bits de paridad es suficientemente alto se puede conocer el bit errado y corregirlo. El control de paridad es un método más eficiente para la evaluación del aseguramiento de la calidad. Sin embargo, este método no es infalible, ya que los impulsos de ruido son lo suficientemente largos como para destruir más de un bit, y mas cuando se tienen velocidades de transmisión altas [1][2][5].

2.1.2 Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC, Cyclic Redundancy Check).

Uno de los códigos para la detección de errores más comunes y más potentes son los de comprobación de redundancia cíclica (CRC), que son funcionan de la siguiente forma: se tiene, por ejemplo, un bloque de datos o un mensaje de k-bits, el transmisor genera una secuencia de n-bits, a la cual se le llama secuencia de comprobación de la trama (FCS, Frame Check Sequence), así que la trama resultante, con n + k bits, debe ser divisible por algún numero anteriormente predeterminado; posteriormente, cuando el receptor tenga reciba la trama la dividirá por el número, y si al hacer la división no se encuentran residuos, quiere

decir que la trama no tiene errores, de lo contrario existen dichos errores.[3][7]

Para este tipo de procedimiento se presentan tres distintas formas de hacerlo: Aritmética modulo 2, polinomios y lógica digital.

2.1.2.1 Aritmética Módulo 2.

En este método se realizan una serie de sumas binarias sin tener en cuenta el acarreo, este método es exactamente igual a la operación lógica exclusive OR. Esta operación de resta binaria sin acarreo es también igual que la lógica exclusive OR. Por ejemplo: [1]

$$\begin{array}{r} 1111 \\ +1010 \\ \hline 0101 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1111 \\ -0101 \\ \hline 1010 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11001 \\ \quad \times 11 \\ \hline 11001 \\ 110010 \\ \hline 101011 \end{array}$$

Definiciones:

T = trama de (k + n) bits a transmitir, con n < k.
M = mensaje de k-bits, los primeros k bits de T.
F = n-bits del FCS, los últimos n bits de T.
P = patrón de n + 1 bits; éste es el divisor elegido.

Lo que se trata es que la división T/P no deje residuo alguno.

$$T = 2^n M + F \quad (1)$$

Al hacer la multiplicación de M por 2^n , básicamente lo que se hace es desplazar hacia la izquierda n bits, colocándole

77

ceros al resultado. En últimas lo que se obtiene de T, al sumar F, lo que se está haciendo es, concatenar M y F. Lo que se quiere es hacer T divisible por P. Supongamos que se divide $2^m M$ entre P.

$$\frac{2^m M}{P} = Q + \frac{R}{P} \quad (2)$$

Existe un cociente y un resto. El resto siempre tendrá que ser un bit más corto que el divisor, por lo que la división es de módulo 2. Por último, la secuencia de comprobación de la trama o FCS será igual al resto de la división. Tenemos que. [1]

$$T = 2^m M + R \quad (3)$$

No se sabe si satisface la condición requerida, para comprobarlo:

$$\frac{T}{P} = \frac{2^m M + R}{P} \quad (4)$$

Sustituyendo en la ecuación (1), obtenemos.

$$\frac{T}{P} = Q + \frac{R}{P} + \frac{R}{P} \quad (5)$$

Se tiene que, cualquier número sumado módulo 2 consigo mismo el resultado será cero. Entonces [7]

$$\frac{T}{P} = Q + \frac{R}{P} + \frac{R}{P} = Q \quad (6)$$

No existe resto, entonces T es divisible por P. Así de esta manera la FCS se genera fácilmente: solo se divide $2^m M$ entre P y el resto se basa en el FCS. El receptor divide T entre P, no teniendo

resto alguno y mientras no haya existido ningún error. [1][3]

3. Control de Errores de Datos.

Este método se refiere a los mecanismos que son necesarios para la detección y la corrección de errores que aparecen en la transmisión de tramas. Se muestra el caso que se va a tener en cuenta el modelo a considerar. Los datos se envían mediante una secuencia de trama; las cuales llegan en el mismo orden en que fueron enviadas; y cada trama transmitida sufre antes de recibirse un retardo de magnitud arbitraria y variable. En el estudio que se va a llevar a cabo se contemplan dos tipos de errores potenciales. [2][11]

3.1. Trama Perdida.

Este caso se da cuando una trama enviada no llega al destino. Así por ejemplo una parte de ruido puede dañar una trama de tal forma que el receptor no se dé cuenta ni siquiera de haberla recibido. [1]

3.2. Trama Dañada.

Esto pasa cuando llega una trama, y trae varios bits dañados o errados (modificados durante la transmisión).

Las técnicas que más se le dan uso para el control de errores están basadas en algunas de las siguientes aproximaciones.

- Detección de errores: la cual ya ha sido descrita.
- Confirmaciones positivas: El receptor devuelve una

confirmación positiva por cada trama recibida con éxito y libre de errores.

- Retransmisión después de la expiración de un intervalo de tiempo: El emisor retransmite las tramas que no han confirmado por un tiempo predeterminado.
- Confirmación negativa y retransmisión: El receptor devuelve una aceptación negativa al detectar errores en las tramas recibidas. La fuente retransmitirá de nuevo esas tramas.

Todos esos mecanismos son generalmente denominados Solicitud de repetición automática. (ARQ, automatic repeat request); El objetivo de este mecanismo es convertir un enlace de datos no seguro en seguro. Hay unas variantes de ARQ que se han normalizado.

- ARQ con parada-y-espera.
- ARQ con vuelta-atrás-N.
- ARQ con rechazo selectivo.

Todos estos procedimientos están basados en la utilización de la técnica del control de flujo. [1][2]

3.3. ARQ con Parada y Espera.

La ARQ con parada y espera se basa en la técnica para el control del flujo; la estación fuente transmite una única trama y entonces debe esperar la recepción de una confirmación (ACK, acknowledgment). Es imposible enviar otra trama hasta que la respuesta de la estación destino vuelva al emisor. [1]

Puede que se presenten dos errores:

1. la trama que llega al destino puede estar dañada. El receptor detectará este error mediante técnicas de detección de errores y la descartará de inmediato.

2. El segundo error se genera si la confirmación se deteriora. Se tendrá en cuenta un ejemplo de la utilización del ARQ con parada-y-espera; en ella se muestra como la transmisión de una frecuencia en las tramas desde un origen A a un destino B. Se muestran los dos tipos de errores comentados anteriormente. La tercera trama transmitida por A se daña o se pierde, por lo tanto no se devuelve ningún ACK a B. En A se produce una expiración del temporizador y se transmite la trama. Anteriormente A envió la trama etiquetada con 1 pero ahora se pierde su correspondiente ACK0. El temporizador en A expira y se retransmite la trama. Al recibir B dos tramas seguidas de la misma etiqueta, se descarta la segunda trama recibida pero se le devuelve un ACK0 para cada una de las tramas recibidas.

En la figura 1, se muestra un ejemplo de la utilización del ARQ con parada y espera, esta muestra la transmisión de una serie de tramas desde el origen A al destino B. La figura muestra dos tipos de errores (pérdida de trama y expiración del contador temporal). La tercera trama transmitida por A se daña o pierde y por lo tanto no se devuelve ningún ACK a B. En A se produce una expiración del temporizador y retransmite la trama. Luego A transmite la trama etiquetada con 1 pero se pierde su correspondiente ACK

0. El temporizador en A expira y se retransmite la trama. [1][14]

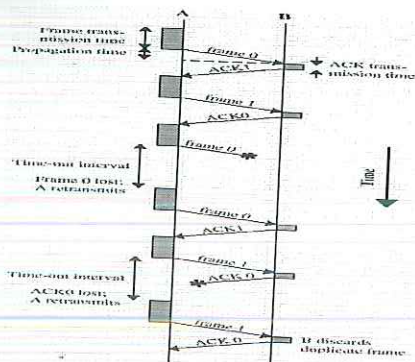


Figura 1. ARQ mediante parada y espera [36]

3.4 ARQ con Vuelta - Atrás - N

Esta técnica está basada básicamente en el control de flujo de ventanas deslizantes. Cuando no existe ningún tipo de error, la técnica que se usa es muy parecida a la de las ventanas deslizantes, pero cuando el receptor detecta una trama errónea, devuelve un mensaje de confirmación negativa y rechaza todas las tramas que le lleguen hasta que reciba otra vez la trama antes rechazada, pero en condiciones óptimas. Cuando el emisor recibe del receptor el mensaje de confirmación negativa de una trama, inmediatamente este sabe que tiene que volver a transmitir esa trama y todas las siguientes. Si el receptor recibe la trama i y luego la $i+2$, sabe que se ha perdido la $i+1$, por lo tanto envía al emisor una confirmación negativa de la $i+1$. [11][20]

Supóngase que el emisor A está enviando tramas a la estación B.

El emisor A tiene como una especie de temporizador para la confirmación de la trama que se está enviando. Se supone que B ha recibido la trama $(i - 1)$ sin errores y que A acaba de enviar la trama i como se muestra en la figura 2. La mostrada tiene las siguientes contingencias: [1][11]

Trama deteriorada. Si la trama recibida no es válida, ósea se le detecta un error, B descarta dicha trama sin más. Cuando ocurre esto se plantean dos posibilidades:

- A envía la trama $(i + 1)$ en un periodo de tiempo razonable. B recibe la trama $(i + 1)$ fuera de orden y envía un REJ i . Por lo tanto A debe retransmitir la trama i y todas las posteriores a ella.
- A no envía tramas adicionales lapso corto de tiempo. B tampoco recibe nada y no devuelve ni una RR ni una REJ. Cuando el temporizador de A termina, se transmite una trama RR que incluye un bit llamado P, el cual será puesto a 1. B interpreta la trama RR con el bit P igual a 1, como si esto fuera una orden que debe confirmarse enviando una RR para indicar la siguiente trama para recibir, ósea la trama i . Y por último cuando A recibe la RR, retransmite la trama i .

Una RR deteriorada. También hay dos casos posibles:

- B recibe la trama i y envía RR $(i + 1)$, el cual se pierde en el camino.

Ya que las confirmaciones son acumulativas (por ejemplo, RR 6 significa que todas las tramas hasta la 5 se confirman), como se muestra en la figura 3, puede ocurrir que A reciba una RR después para una trama posterior y que llegue antes de que el temporizador asociado a la trama i expire.

- Si el temporizador de A expira, se envía una orden RR, como en el primer caso. Entonces se inicia otro temporizador, al cual se le denomina del bit P. Si B no responde a la orden RR, o si la respuesta se deteriora, entonces el temporizador del bit P en A expirará. En este caso lo que ocurre es que A lo intente de nuevo enviando otra orden RR, y por lo tanto el temporizador del bit P se reiniciará. Este proceso se repite una serie de veces. Si A no recibe la confirmación tras un número máximo de intentos, se comienza un procedimiento de reinicio. [11]

Una trama REJ deteriorada. La pérdida de la trama REJ es equivalente al primer caso.

La figura 2 y 3, son un ejemplo del flujo de tramas para ARQ con vuelta atrás n . Debido al retardo de programación en línea, mientras que la confirmación (positiva o negativa) vuelve al emisor, se habrá enviado por lo menos una trama más tras la primera que está siendo confirmada. [1][20]

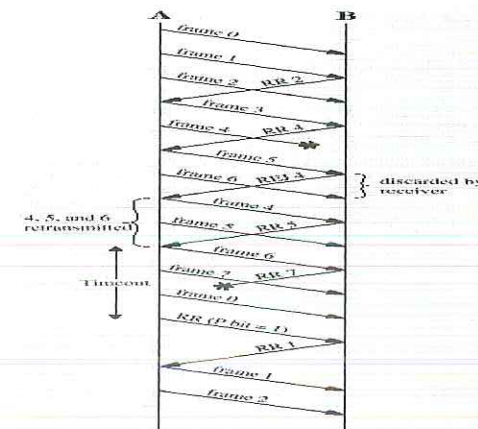


Figura 2. ARQ con vuelta atrás-N [36]

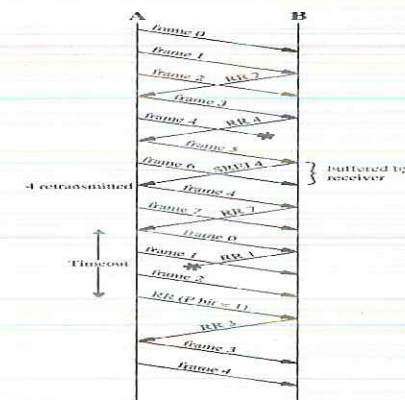
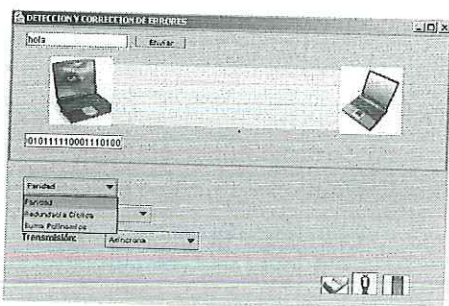
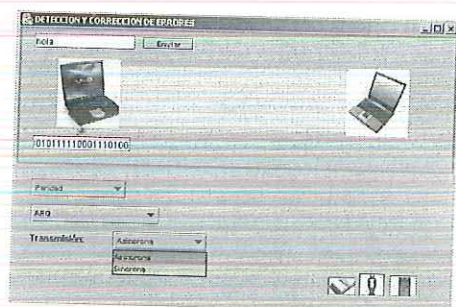


Figura 3. ARQ con rechazo selectivo [36]

4. Resultados



Se realizó un software de simulación en la plataforma JAVA. Esta simulación da la opción de escribir el mensaje que se desea enviar, también da la opción de escoger que tipo de método de detección y corrección de errores se desea usar.



También da la opción de escoger entre una transmisión sincronía o asíncrona. En la parte inferior hay unas opciones para ver un pequeño marco teórico, los créditos y el botón de salir.

Como resultado se obtuvo, un software el cual simula el envío de un mensaje entre dos máquinas. Tal simulación fue hecha con el fin de facilitar el entendimiento de lo que consiste la comunicación, las cuales se les inducen los métodos para la

detección y la corrección de errores nombrados anteriormente.

El software trabaja como un tutorial de enseñanza acerca de la detección y corrección de errores y la comunicación de datos; aunque no se implementaron de todos los métodos existentes se dejó el código abierto para que se pueda seguir con su mejoramiento y de esta manera hacerlo más robusto.

El software muestra al usuario una gráfica de cómo fue el recorrido del mensaje con sus respectivas características como se muestra en la figuras 4, mostrando cuando se envía una trama sin errores y con pérdidas y errores.

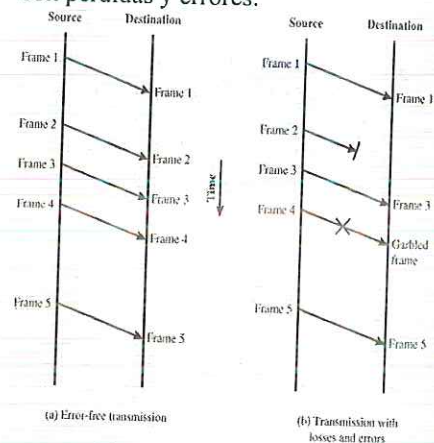


Figura 4. Envío de trama

5. Conclusiones

En este artículo se han presentado los diferentes métodos para la detección y corrección de errores, se recomienda para el mejoramiento del software de la simulación, agregar las técnicas carentes a este. Como un resultado claro se observó

que los datos siempre irán a tener errores debido a las perturbaciones en la transmisión principalmente, porque de esta surgen muchas pérdidas de datos.

Básicamente se hizo un software que simulara el envío de un mensaje entre un emisor y receptor respectivamente, enseñándonos los tipos de errores que pueden interferir en una trama, como la atenuación, pérdida de potencia, los bits errados y de esta misma forma como se corrigen.

Se busca principalmente con este software, que los mensajes a transmitir lleguen a su destino y si ningún tipo de error, haciendo de la comunicación un proceso confiable.

Se obtuvo que la Técnica más sencilla y la eficaz es la de comprobación de paridad ya que es más fácil de encontrar los bits errados al final de cada bloque de datos.

Autores

Diego Armando Pérez Ovalle
Estudiante de Ingeniería de Sistemas
Universidad Autónoma de Bucaramanga

Álvaro Enrique Guerrero Pereira
Estudiante de Ingeniería de Sistemas
Universidad Autónoma de Bucaramanga

Ingeniero Hugo Vecino Pico
Docente y director del curso

BIBLIOGRAFIA

[1]Comunicaciones y Redes de Computadores, 6ª Edición, William Stalling, Prentice Hall.

[2]<http://www.rares.com.ar/PDF/1005.pdf>

[3]neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/enlace/detec.html

[4]www.rastersoft.com/articulo/errores.htm

[5]www.fing.edu.uy/inco/cursos/redescmp/teorico/Capa2_002_3.pdf

[7][www.dsic.upv.es/~jsilva/uned/redes/Redes%20\(sesion%207\).ppt](http://www.dsic.upv.es/~jsilva/uned/redes/Redes%20(sesion%207).ppt)

[8]html.rincondelvago.com/protocolos-y-normas-osi.html

[9]www.conade.gob.mx/documentos/enlace/d/sicced/DepEsp_N3/ManualTeoricaN3/CAPITULO_03.pdf

[10]www.atc.uniovi.es/inf_med_oviedo/3iccrp/Transparencias/1Hardware%20del%20PC-3.pdf

[11]www.ilustrados.com/publicaciones/EpVAZVFApFreZSeEml.php

[12]<http://www.rares.com.ar/PDF/1005.pdf>

[13]<http://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/19239.html>

[14]http://ayudatecnica.solodrivern.com/manuales/comunicacion_redes19.htm

[15]neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/enlace/detec.html

[16]ingenierias.uanl.mx/25/25_codigo_s.pdf

[17]www.monografias.com/trabajos2/teleprocyr/teleprocyr.shtml

[18]www.rastersoft.com/articulo/errores.html

[19]gsync.escet.urjc.es/docencia/asignaturas/itigtransmision_datos/transpas/no de10.html

[20]www.monografias.com/trabajos3/comunicdatos/comunicdatos.shtml

- [21]http://www.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/telepro/t5_1.htm
- [22]<http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/fisico/detec.html>
- [23]<http://www.argo.es/~jcea/artic/ecc-crc.htm>
- [24]http://www.ece.cmu.edu/~koopman/des_s99/coding/
- [25]<http://burks.brighton.ac.uk/burks/foldoc/94/38.htm>
- [26]<http://www.sxlist.com/techref/method/errors.htm>
- [27]<http://dictionary.reference.com/search?q=error%20detection%20and%3Cbr%3E%20correction>
- [28]http://www2.rad.com/networks/1994/err_con/hamming.htm
- [29]<http://www.ayudainternet.net/tutoriales/manuaspectosfisicos/manuaspectosfisicos.html>
- [30]http://es.wikipedia.org/wiki/Bit_de_paridad
- [31]<http://es.geocities.com/jeesusmeeerino/sistnum/otros/otros.html>
- [32]http://gsyc.escet.urjc.es/docencia/asignaturas/itigtransmision_datos/transpas/no de5.html
- [33]<http://tiny.uasnet.mx/prof/eln/ccu/mario/COMDAT/apuntes5.html>
- [34]<http://www.tau.org.ar/base/lara.pue.udlap.mx/redes/rede496.htm>
- [35]<http://www.monografias.com/trabajos15/raices-vectores/raices-vectores.shtml>
- [36]fis.unab.edu.co/docentes/hvecino/comunicación/slides/chapter_07/chapter_7.ppt

Descripción de procedimientos para el Muestreo y Reconstrucción de Señales

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Jose A Lara, Nancy P Rueda C, Hugo Vecino P.
e-mail: {jlara, nrueda, hvecino@unab.edu.co}
Bucaramanga, Mayo de 2005

Resumen

Este trabajo es, principalmente una investigación sobre el tratamiento de señales, aunque también tiene explicaciones introductorias al tema del muestreo y reconstrucción, con el propósito de que la temática central, sea clara para el lector. Existen dos tipos de señales, analógicas (o continuas) y digitales (o discretas), y usualmente es conveniente representar de una manera u otra la misma señal, a fin de realizar algún tipo de procesamiento de datos. El resultado de la investigación se ve reflejado en la aplicación desarrollada, que es un software educativo o tutorial que abarca estos conceptos.

Palabras clave:

Conversión, muestreo, codificación, reconstrucción de señal, ADC (Convertor Análogo a Digital), S/H (Sample and Hold).

1. Introducción

La conversión de señales para almacenamiento o transmisión de la información, usa técnicas matemáticas que facilitan la manipulación de estas, bien sea en computadores de escritorio

o en máquinas diseñadas expresamente para procesar señales. En este trabajo, se estudia la conversión analógica a digital y digital a analógica, además de un tipo especial de conversión que se basa en el principio del basado en el sobremuestreo.

2. SISTEMAS DIGITALES Y ANALÓGICOS

A continuación se muestra una comparación sobre los aspectos principales que caracterizan los dos sistemas.

2.1. Sistema digital

Un sistema digital es cualquier dispositivo destinado a la generación, transmisión, procesamiento o almacenamiento de señales digitales. [1][2]

Una señal digital corresponde a magnitudes físicas limitadas a tomar sólo unos determinados valores discretos [2][3][4]. Por ejemplo: 0 que se entiende como una señal de resistencia eléctrica muy pequeña, ó 1 que se entiende como una señal de resistencia eléctrica muy grande (aunque en algunos casos, estas dos

Descripción de procedimientos para el Muestreo y Reconstrucción de Señales

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Jose A Lara, Nancy P Rueda C, Hugo Vecino P.
e-mail: {jlara, nrueda, hvecino@unab.edu.co}
Bucaramanga, Mayo de 2005

Resumen

Este trabajo es, principalmente una investigación sobre el tratamiento de señales, aunque también tiene explicaciones introductorias al tema del muestreo y reconstrucción, con el propósito de que la temática central, sea clara para el lector. Existen dos tipos de señales, analógicas (o continuas) y digitales (o discretas), y usualmente es conveniente representar de una manera u otra la misma señal, a fin de realizar algún tipo de procesamiento de datos. El resultado de la investigación se ve reflejado en la aplicación desarrollada, que es un software educativo o tutorial que abarca estos conceptos.

Palabras clave:

Conversión, muestreo, codificación, reconstrucción de señal, ADC (Convertidor Análogo a Digital), S/H (Sample and Hold).

1. Introducción

La conversión de señales para almacenamiento o transmisión de la información, usa técnicas matemáticas que facilitan la manipulación de estas, bien sea en computadores de escritorio

ó en máquinas diseñadas expresamente para procesar señales. En este trabajo, se estudia la conversión analógica a digital y digital a analógica, además de un tipo especial de conversión que se basa en el principio del basado en el sobremuestreo.

2. SISTEMAS DIGITALES Y ANALÓGICOS

A continuación se muestra una comparación sobre los aspectos principales que caracterizan los dos sistemas.

2.1. Sistema digital

Un sistema digital es cualquier dispositivo destinado a la generación, transmisión, procesamiento o almacenamiento de señales digitales. [1][2]

Una señal digital corresponde a magnitudes físicas limitadas a tomar sólo unos determinados valores discretos [2][3][4]. Por ejemplo: 0 que se entiende como una señal de resistencia eléctrica muy pequeña, ó 1 que se entiende como una señal de resistencia eléctrica muy grande (aunque en algunos casos, estas dos

condiciones se invierten, según la conveniencia). Las computadoras digitales utilizan la lógica de dos estados: la corriente pasa o no pasa por los componentes electrónicos de la computadora.

Para el análisis y la síntesis de los sistemas digitales binarios se utiliza como herramienta el álgebra de Boole, formada por compuertas lógicas que siguen el comportamiento de algunas funciones booleanas.

La palabra digital proviene de la misma fuente que la palabra dígito: La palabra en latín para "dedo" (contar con los dedos), por el uso para contar en valores discretos y no continuos como en los sistemas analógicos. [2]

2.2. Sistema analógico

Un sistema analógico es aquel que tiene la capacidad de generar, transmitir, procesar o almacenar señales analógicas. [2]

Se dice que una señal es analógica cuando las magnitudes de la misma se representan mediante variables continuas, [2] análogas (Relación de semejanza entre cosas distintas.) a las magnitudes que dan lugar a la generación de esta señal.

Referido a un aparato o a un instrumento de medida, decimos que es analógico cuando el resultado de la medida se representa mediante variables continuas, análogas a las magnitudes que estamos midiendo

2.3. Sistema digital contra sistema analógico

2.3.1. Ruido digital

Cuando los datos son transmitidos usando métodos analógicos, una cierta cantidad de "ruido" entra dentro de la señal. Esto puede tener diferentes causas: datos transmitidos por radio pueden tener una mala recepción, sufrir interferencias de otras fuentes de radio, o levantar ruidos de fondo del resto del universo. Pulsos eléctricos que son enviados por cableados pueden ser atenuados por la resistencia de los mismos, y dispersados por su capacitancia, y variaciones de temperatura pueden acrecentar o disminuir estos efectos. Cualquier variación puede proveer una gran cantidad de distorsión en una señal analógica.

En el caso de las señales digitales, aún las pequeñas variaciones en la señal pueden ser ignoradas de forma segura. En una señal digital, estas variaciones, se pueden sobreponer, pues, cualquier señal cercana a un valor particular será interpretada como ese valor.

2.3.2. Display analógico vs. Digital: facilidad en la lectura

En la lectura humana de la información, los métodos digitales y analógicos resultan ambos de gran utilidad. Si lo que se requiere es una impresión instantánea de resultados, los medidores analógicos usualmente ofrecen la información de una manera rápida, cuando lo que se requiere es exactitud los digitales son los preferidos. Leer medidores analógicos requiere tiempo y un poco de experiencia en el campo, esto

comparado con que escribir un valor en un display digital es limitarse a copiar los números.

En los casos en que la exactitud y la rapidez son requeridas por igual, los displays duales son la mejor opción.

2.3.3. De analógico a digital

Las aplicaciones clásicas de los DSP's (Procesador de señales digitales, por sus siglas en inglés) trabajan señales del mundo real, tales como sonido y ondas de radio que se originan en forma analógica. Una señal analógica es continua en el tiempo; cambia suavemente desde un estado a otro. Los computadores digitales, por otro lado, manejan la información discontinuamente, como una serie de números binarios, por lo que se hace necesario como primera etapa en la mayoría de los sistemas basados en DSP's transformar las señales análogas en digitales. Esta transformación la hacen los **Conversores Análogo - Digital** (ADC, por sus siglas en inglés).

Una vez terminada la etapa de conversión analógica - digital, los datos son entregados al DSP el cual está ahora en condiciones de procesarla. Eventualmente, este dispositivo deberá devolver los datos ya procesados para lo cual es necesaria una etapa final que transforme el formato digital a analógico. Por ejemplo, una señal de audio puede ser adquirida y filtrada para eliminar en gran medida ruido, crujidos de estática, amplificar ciertas frecuencias de interés, eliminar otras, etc. Luego de esto, la información puede ser devuelta

a través de una conversión digital - analógica (DAC).

3. SEÑALES PASO BANDA

También conocida como señales analíticas o pre-envolventes, se pueden entender como señales, que solo contiene las frecuencias positivas de otra señal real en función del tiempo, sea esta $x(t)$.

3.1. Definición formal de señales paso banda

Suponga que esta función real a la que nos referimos $x(t)$, tiene frecuencias concentradas en un intervalo estrecho de frecuencias, en una vecindad cuyo centro definimos como F_c . Para obtener una representación matemática de esta señal, se construye primero una que contenga aquellas frecuencias mayores que cero en $x(t)$, y que se puede escribir como:

$$X_+(F) = 2V(F)X(F) \quad (\text{Ec. a}) [17]$$

En la ecuación a, $X(F)$ es la transformada de Fourier de $x(t)$ y $V(F)$ es la función escalón unidad. En el dominio del tiempo, esta expresión es equivalente a:

$$\int_{-\infty}^{\infty} X(F) e^{j2\pi Ft} dF \quad (\text{Ec. b}) [17]$$

En la ecuación b, se representa la ecuación a través del dominio del tiempo.

3.1. Conversiones

Como ya se dijo, en algunos casos se hace conveniente representar un tipo de señal, de una manera que no es la original, y para esto se aplican los conceptos que a continuación se describen.

3.1.1. Conversión analógico digital

Para realizar esta conversión, es necesario cuantificar los valores muestreados a una cantidad finita y discreta de niveles, representando cada nivel por un número de bits. Esta conversión, puede ser realizada por un equipo conocido como *conversor analógico digital (AD o más comúnmente ADC)*.

3.1.1.1. Cuantificación y codificación

La función primordial de un ADC es representar mediante un número finito de niveles y de una manera discreta, un rango de amplitudes de entrada. Este proceso se conoce como cuantificación y codificación, que es un proceso no lineal y no invertible que traslada a una amplitud dada $x(n)$ en un instante de tiempo $t=nT$, en una amplitud x_k , tomada de un conjunto finito de valores. Las posibles salidas del cuantificador se denotan como lo muestra la ecuación c):

$$\hat{x}_1, \hat{x}_2, \hat{x}_3, \dots, \hat{x}_L \quad (\text{Ec. c})$$

donde L es la cantidad de intervalos en la que se divide el rango de amplitudes.

3.2. Conversión digital analógico

Una señal analógica que ha sido muestreada, puede ser reconstruida sin distorsión a traves de sus muestras. La formula de reconstrucción ideal, también conocida como formula de interpolación ideal es:

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT) \frac{\text{sen}(\pi/T)(t-nT)}{(\pi/T)(t-nT)} \quad (\text{Ec. d}) [17]$$

en la anterior expresión (ecuación d), T es el intervalo del muestreo y $T=1/2B$ [17], siendo B , el ancho de banda de la señal analógica.

Este proceso, se puede ver también como un filtrado lineal, en el que una secuencia de pulsos, con amplitudes iguales ala muestra de la señal, excita un filtro analógico que corresponde al interpolador ideal.

3.2.1. Muestreo y mantenimiento

Normalmente, esta conversión la realiza un conversor D/A (que es como se conoce el equipo electrónico encargado de realizar esta tarea) con un circuito de muestreo y mantenimiento (S/H), seguido de un filtro pasa bajo. El S/H (sample and hold) es un circuito analógico controlado digitalmente que sigue a la señal de entrada durante todo el proceso de muestreo y terminado este la fija a los valores establecidos durante el mismo. El filtro pasa bajo que actúa después del S/H, suaviza la señal,

quitando las discontinuidades abruptas.

3.2.2. Reconstrucción

Existen diversas maneras de interpolar y extrapolar una señal discreta a los efectos de obtener una señal analógica. Aquí, sólo se considera el reconstructor de orden cero, que es aquel que mantiene constante, en su salida, el último valor de la muestra de entrada. Este reconstructor es el más empleado en aplicaciones de control automático.

3.2.2.1. Reconstructor de orden cero

Una alternativa para calcular esta función de transferencia es, directamente calcular la transformada de Laplace de la respuesta impulsional ($h(t)$) del reconstructor ante una excitación impulsional.

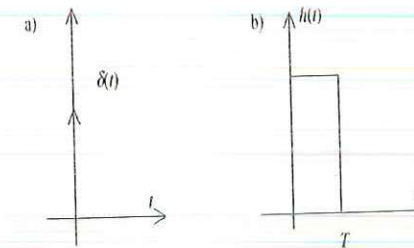


Fig. 1. a) Excitación Impulsional b) Respuesta del reconstructor de orden 0 [17]

La respuesta en frecuencia del reconstructor de orden cero puede ser obtenida a partir del siguiente formula:

$$H_o(j\omega) = T \frac{\text{sen}(\pi \omega / \omega_T)}{\pi \omega / \omega_T} e^{-j\pi \omega / \omega_T} \quad (\text{Ec. e})$$

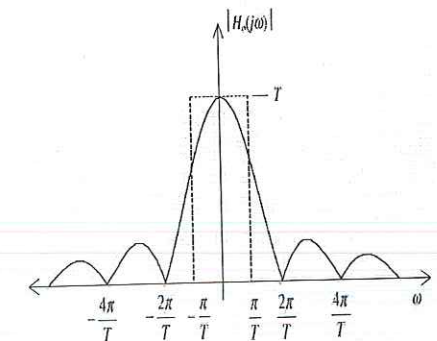


Fig. 2. Curvas de modulo y fase de la respuesta de frecuencia [17]

La figura muestra las curvas de módulo y fase de la respuesta en frecuencia. Se observa la característica pasabajos que presenta el reconstructor de orden cero, esta característica hace que a la salida del reconstructor predominen las componentes de baja frecuencia de la señal muestreada (es decir básicamente las que corresponden a la banda base). Debido a que la ganancia no es constante en el rango de frecuencias $0 < \omega < \omega_T$ y a que la atenuación no es infinita para las frecuencias de las bandas superiores, es que la señal reconstruida difiere de la muestreada.

En la practica los conversores D/A con sobremuestreo tiene mucha ventaja sobre los conversores convencionales pues la alta tasa de muestreo y el filtrado digital minimiza hasta casi eliminar el uso de filtros analógicos complejos y costosos, además cualquier ruido analógico introducido durante la fase de conversión es filtrado.

3.2.3. Conversores d/a con sobremuestreo

Un conversor D/A con sobremuestreo se divide en una parte digital seguida de una sección analógica. La sección digital es un interpolador que incrementa la tasa de muestreo por un factor dado (I), seguido por un SDM. El incremento hecho por el interpolador se realiza de la siguiente manera: Se inserta I-1 ceros entre muestras sucesivas de tasa baja. El resultado se procesa con un filtro digital a fin de rechazar las replicas del espectro de la señal de entrada

4. RESULTADOS

Como resultado de esta investigación se presenta un software educativo o tutorial, llamado CADDA (Acrónimo de *Conversiones analógico a digital y digital a analógico*) que trata el tema del muestreo y la reconstrucción de señales, agrupados por los capítulos principales del presente artículo. Presenta una fácil navegación para el usuario, quien selecciona el capítulo a tratar en un *Combobox*, y se dirige a este presionando un clic sobre el botón etiquetado como "Ir". Se obtienen los temas en el panel principal y se navega a través de ellos usando las barras de desplazamiento o *scroll*. Este software ha sido desarrollado en java, utilizando el JSDK versión 1.4.2 y para su ejecución se necesita tener instalada la máquina virtual de java (JVM). Los requerimientos de hardware para ejecutar la aplicación son un procesador a 300 MHz y 64 Mb de memoria RAM. Aunque estos requerimientos deben ser

superados para ejecutar la JVM, debido a que el tamaño del archivo JAVA es mínimo, no se requiere un gran espacio libre en disco duro. Se ofrece el código ejecutable del programa, aplicando el concepto de código libre u *open source*, para que el usuario pueda enriquecer el software bien sea ampliando los conceptos o cambiando la presentación del mismo.

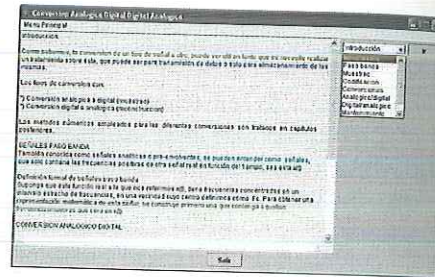


Fig. 3. Interfaz del software educativo CADDA

5. CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación, se han estudiado las maneras en las que se realizan las conversiones de señales de un tipo de señal a otro, es decir conversión analógica a digital y digital a analógica. Estas operaciones son necesarias en el procesado de señales con el fin de realizar sobre ellas tratamientos digitales como transmisión de datos o almacenamiento de los mismos, ya las máquinas digitales solo captan señales discretas.

La decisión de almacenar o transportar una señal como analógica o digital,

depende de las necesidades que se desean suplir. En ocasiones, no es del todo necesario convertir una señal analógica a digital, por lo que no es conveniente tratar con los errores de codificación y decodificación, así que se debe buscar la manera de mantener la señal según su naturaleza inicial.

Para llevar a cabo la conversión de analógico a digital (o de valores continuos a discretos) se emplea la transformada de Fourier, para obtener una función de paso banda de la señal inicial, y luego se aplica el teorema del muestreo, para obtener así una señal discreta, con valores cuantificados y con una cantidad finita de niveles de tensión.

Cuando se necesita decodificar la señal original y transformar la señal digital a una señal analógica (es decir realizar una conversión de valores discretos a valores continuos), lo más usual es utilizar la reconstrucción de orden cero, que es el de mayor aplicación tiene en este proceso.

6. AUTORES

6.1. Jose Andrés Lara Vecino:
Estudiante de sexto semestre de Ingeniería de sistemas. Universidad autónoma de Bucaramanga. Colombia.
Correo electrónico:
[jlara@unab.edu.co]

6.2. Nancy Paola Rueda Cabrales:
Estudiante de sexto semestre de Ingeniería de sistemas. Universidad autónoma de Bucaramanga. Colombia.
Correo electrónico:

[nrueda@unab.edu.co]

6.3. Hugo Vecino Pico
Ingeniero de sistemas. Docente facultad de ingeniería de sistemas. Universidad autónoma de Bucaramanga.
Correo electrónico:
[hvecino@unab.edu.co]

7. REFERENCIAS

- [1]: http://www.espnuevomilenio.org/encyclopedia/S/Sistema_digital/
- [2]: <http://www.monografias.com/trabajos17/procesamiento-digital/procesamiento-digital.shtml>
- [3]: <http://100cia.com/enciclopedia/Digital>
- [4]: <http://enciclopedia.us.es/wiki.phtml?title=Sistemas+digitales>
- [5]: <http://davinci.ing.unlp.edu.edu.or/controlm/archivos/electricista/doc/apunte01/capt1.pdf>
- [6]: Stallings, W. Comunicaciones y redes de computadores. Prentice-Hall, 6 edición, Madrid, 2.000.
- [7] D. Sheingold, Prentice-Hall, 1986. Tercera edición, Capítulo 11.
- [8]: C. E. Shannon, "A mathematical theory of communication," *Bell Syst. Tech. J.*, vol. 27, Julio-Octubre 1948.
- [9]: C. E. Shannon, "Communication in

the presence of noise," *Proc. IRE*, Vol. 37, Enero 1949.

[10]:<http://www.uv.es/~barthe/modem/modem/html>

[11]:http://informatica.uv.es/iiguia/ss/practica_3_04-05.pdf

[12]:<http://tecno.unsl.edu.ar/multimedia/sonidoyaudioidigital.pdf>

[13]:<http://fing.uncu.edu.ar/catedras/industrial/electronica/archivos/electronica/tema7r.pdf>

[14]:<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4040003/lecciones/cap5lecc7.htm>

[15]:<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4040003/lecciones/cap5lecc8.htm>

[16]:<http://cidia.unsa.edu.ar/danny/conectividad/2003/Transmic2.pdf>

[17]: J. Proakis, D Maholakis, Tratamiento Digital de Señales. Prentice-Hall. 1998. Tercera edición, 1998

[18]:<http://www.ii.uam.es/~tao1/practica/practica4.html>

[19]:<http://www.tecnun.com/asignaturas/tratamiento%20digital/TEMA3/tsld005.htm>

Planeación, Diseño Y Desarrollo De Un Software Didáctico Para El Cálculo De Las Perturbaciones En La Transmisión De Datos

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Jennis A Flórez C, Leonardo F Valenzuela Q, Hugo Vecino P.
e-mail: [jflorez3,lfvalenzu, hvecino]@unab.edu.co
Bucaramanga, Mayo de 2005

Resumen

En este artículo se muestra el desarrollo de un sistema simulado que permite calcular los datos de las perturbaciones que afectan la transmisión de datos. Se puede encontrar de manera detallada la descripción de inconvenientes, ventajas, resultados esperados y obtenidos, equipos utilizados, y la explicación general de un software desarrollado para el cálculo de la atenuación, el ruido y la medición de la capacidad del canal con las dos fórmulas conocidas.

Palabras clave:

Medios guiados, atenuación, diafonía, ruido térmico.

Abstract

In this article is the development of a simulated system that allows to calculate the data of the disturbances that affect the data transmission. The description of disadvantages can be found step by step, advantages, expected and obtained results, used equipment, and the general explanation of a software developed for

the calculation of the attenuation, noise and channel capacity with the two known formulas.

Keywords:

Guided medium, attenuation, crosstalk, termic noise.

1. Introducción

Dentro de los problemas de la transmisión de datos es de suma importancia resaltar las perturbaciones que pueden llegar a producir cambios en el mensaje original. Éstas pueden ser externas o internas dependiendo del medio de transmisión. Durante la comunicación se pueden producir diferentes alteraciones y esto no ocurre sólo en el aspecto humano, sino que también podemos encontrarnos con problemas en las comunicaciones de datos o redes computacionales.

Con nuestro trabajo pretendemos dejar claramente al lector una idea de las perturbaciones que se producen durante las transmisiones de datos, observaremos que clase de alteraciones son las más frecuentes, dónde se producen y cómo podemos evitarlas.

2. Perturbaciones en la transmisión

En varios sistemas de comunicaciones se debe aceptar que la señal que se recibe diferirá de la señal transmitida debido a varias adversidades y dificultades sufridas en la transmisión. [1] Para el caso de las transmisiones de datos por medios guiados existen varios problemas llamados perturbaciones que alteran de forma considerable el contenido de la información. [WEB2] [WEB4]

2.1. Atenuación

La energía de la señal decae con la distancia en cualquier medio de transmisión. En medios guiados, esta reducción de la energía es por lo general Logarítmica y por lo tanto, se expresa típicamente como un número constante de decibelios por unidad de longitud. Existen variaciones en la atenuación en cuanto a medios no guiados se refiere, para estos casos la atenuación es función dependiente de las condiciones atmosféricas además de la distancia en que se transmiten los datos. A continuación en la tabla 1 se aprecian los valores teóricos de atenuación según la velocidad de transmisión.

En la figura 1 se muestra la representación de la atenuación como función de la frecuencia para una línea alquilada convencional.

[1][WEB1][WEB8]

VELOCIDAD DE TRANSMISION DE DATOS (MBPS)	NIVEL DE ATENUACION (db)
4	13
10	20
16	25
100	67

Tabla 1 tomada de [WEB1]

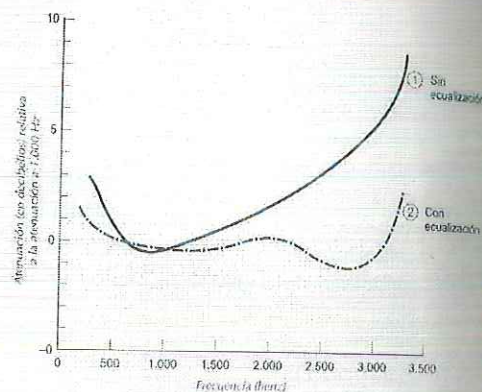


Figura 1 Curva correspondiente de atenuación para un canal de voz. Tomada de: William Stalling, "Comunicaciones y redes de computadoras", Prentice Hall, Capítulo 3, Pág. 84, 2004.

2.2 Distorsión por retardo

Una señal formada de varias frecuencias es propensa a la distorsión por retardo causada por la impedancia, la cual es la resistencia al cambio de las diferentes frecuencias. Ésta puede provocar que los diferentes componentes de frecuencia que contienen las señales lleguen fuera de tiempo al receptor. Si la frecuencia se incrementa, el efecto empeora y el receptor estará imposibilitado de interpretar las señales correctamente. Este problema puede resolverse disminuyendo el largo del cable. Para el caso de la distorsión por retardo es de gran importancia resaltar conceptos como que la velocidad de propagación de la señal varía con la frecuencia, es decir que las distintas componentes de la señal llegaran a destiempo esto ya conocido porque los mensajes no son instantáneos, siempre existe un instante de tiempo entre la emisión y la recepción. Es en dicho instante donde los datos se pueden distorsionar dando así el nombre a esta perturbación conocida como distorsión por retardo. En la figura 2 se muestra el efecto de la ecualización del retardo en función de la frecuencia [1]

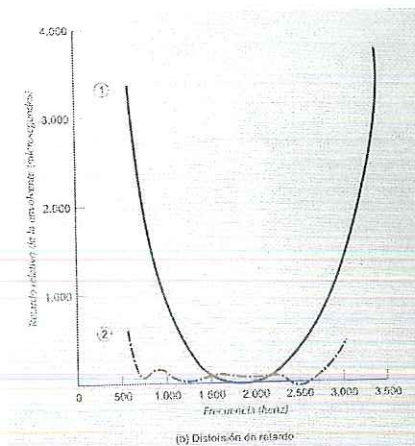


Figura 2 Curva correspondiente de distorsión por retardo para un canal de voz. Tomada de: William Stalling, "Comunicaciones y redes de computadoras", Prentice Hall, Capítulo 3, Pág. 84, 2004.

2.3 Ruido

El ruido es toda aquella señal que se inserta entre el emisor y el receptor de una señal dada. Hay diferentes tipos de ruido: ruido térmico debido a la agitación térmica de electrones dentro del conductor, ruido de intermodulación cuando distintas frecuencias comparten el mismo medio de transmisión, diafonía se produce cuando hay un acoplamiento entre las líneas que transportan las señales y el ruido impulsivo se trata de pulsos discontinuos de poca duración y de gran amplitud que afectan a la señal. En la figura 3 se muestra el ejemplo del efecto del ruido sobre una señal digital. Aquí el ruido consiste en un nivel relativamente pequeño de ruido térmico más picos ocasionales de ruido impulsivo. [1][WEB7][WEB10]

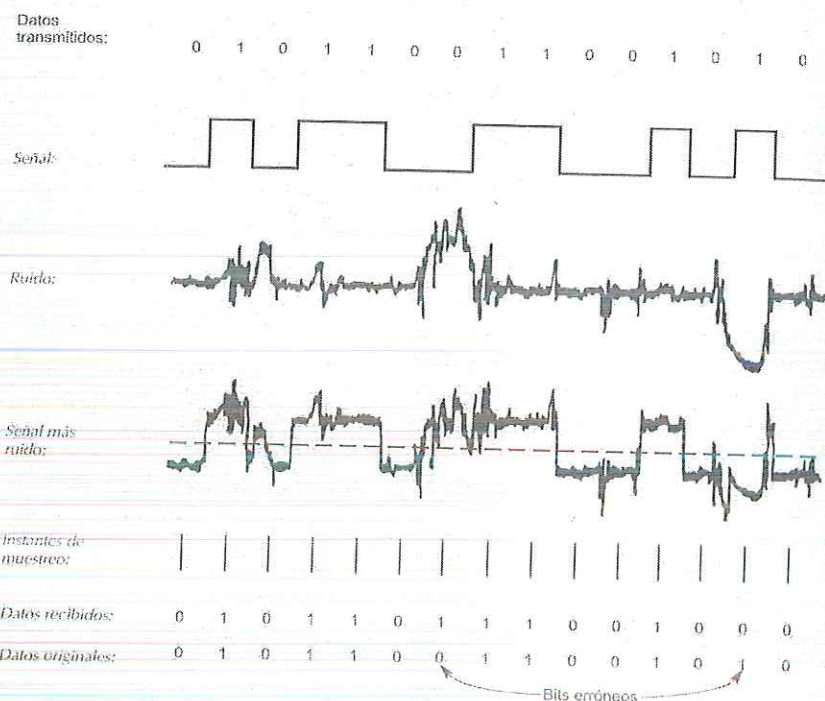


Figura 3 Efecto del ruido en una señal digital.
Tomada de: William Stallings, "Comunicaciones y redes de computadoras", Prentice Hall, Capítulo 3, Pág. 89, 2004.

2.3.1 Ruido térmico

Es de conocimiento general que al existir un medio físico el cual posee una composición nuclear. Para el caso de medios de transmisión el ruido térmico se debe al calentamiento de sus electrones. El ruido térmico posee una distribución equitativa a lo largo del espectro de frecuencias de allí se origina su nombre de ruido blanco. Dado que el ruido térmico no se puede eliminar este limita

las comunicaciones dando así origen a la fórmula que mide la cantidad de ruido térmico en un ancho de banda determinado para cualquier dispositivo. La fórmula es:

$$N_0 = kT \text{ (W/Hz)}$$

Donde

N_0 = Densidad de potencia del ruido, en vatios por 1 hz de ancho de banda.

K = constante de Boltzmann = 1.3803×10^{-23} J/K.

T = temperatura en grados kelvin.

[1][WEB3]

2.3.2 Ruido de Intermodulación

El efecto del ruido de intermodulación es la aparición de señales a frecuencias que sean la suma o diferencia de las dos frecuencias originales o múltiplos de estas. De una forma más sencilla el ruido de intermodulación es cuando se varía la frecuencia del emisor aumentando su energía, esto causa la no linealidad apareciendo así los términos de suma y resta que al final son llamados ruido de intermodulación. [1]

2.3.3 Diafonía

La diafonía es un acoplamiento no deseado entre las líneas que transportan las señales. La diafonía puede producirse en medios guiados al igual que en medios no guiados, en estos últimos se presenta con menos frecuencia. La diafonía comparte el orden de magnitud con el ruido térmico. El ejemplo más sencillo para definir la diafonía es: en una llamada telefónica a escuchado usted otra conversación esto se debe a un puente entre los cables que sirven de medio para su comunicación, dicho puente recibe el nombre de diafonía. [1][WEB5][WEB6]

2.3.4 Ruido impulsivo

El ruido impulsivo está altamente relacionado con factores de orden electromagnético como los son las tormentas eléctricas o daños y defectos en los sistemas de comunicación. La constitución básica del ruido impulsivo se basa en pulsos o picos irregulares de corta duración y de amplitud relativamente grande. El ruido impulsivo no tiene

trascendencia para datos analógicos, debido a que se pueden perturbar sin que se pierda la inteligibilidad del mensaje, por el contrario para datos digitales la trascendencia es significativa ya que un pico de energía pequeño no perturba una comunicación de datos por voz pero si causa una gran pérdida de bits en la transmisión digital de los datos. [1]

3. Capacidad del canal

Se llama capacidad del canal a la velocidad a la que se pueden transmitir los datos en un canal de comunicación de datos. La velocidad de los datos es la velocidad expresada en bits por segundo a la que se pueden transmitir los datos. El ancho de banda es aquel ancho de banda de la señal transmitida y que está limitado por el transmisor y por la naturaleza del medio de transmisión (en hertzios). La tasa de errores es la razón a la que ocurren errores.

Para un ancho de banda determinado es aconsejable la mayor velocidad de transmisión posible pero de forma que no se supere la tasa de errores aconsejada. Para conseguir esto, el mayor inconveniente es el ruido. Para un ancho de banda dado W , la mayor velocidad de transmisión posible es $2W$, pero si se permite (con señales digitales) codificar más de un BIT en cada ciclo, es posible transmitir más cantidad de información. [1][WEB13]

3.1 Ancho de banda de Nyquist

La formulación de Nyquist nos dice que aumentado los niveles de tensión diferenciables en la señal, es posible

incrementar la cantidad de información transmitida

$$C=2W\log_2M$$

El problema de esta técnica es que el receptor debe de ser capaz de diferenciar más niveles de tensión en la señal recibida, cosa que es dificultada por el ruido. Cuanto mayor es la velocidad de transmisión, mayor es el daño que puede ocasionar el ruido.

3.2 Capacidad de Shannon

Shannon propuso la fórmula que relaciona la potencia de la señal (S), la potencia del ruido (N), la capacidad del canal (C) y el ancho de banda (W).

$$C=W\log_2(1+S/N)$$

Esta capacidad es la capacidad máxima teórica de cantidad de transmisión, pero en la realidad, es menor debido a que no se ha tenido en cuenta nada más que el ruido térmico. Un parámetro fundamental en el desarrollo de este razonamiento es la relación señal-ruido (SNR), que se define como el cociente entre la potencia de la señal y la potencia del ruido presente en un punto determinado en el medio de transmisión. [1][3][WEB11]

4. Metodología y software

Para el desarrollo del software se ha seguido una metodología exploratoria. Este se llevó a cabo en los computadores personales de los autores además de la ayuda del laboratorio de telecomunicaciones y el aula de simulación de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

4.1 Software

El software sirve para el cálculo de las perturbaciones en la transmisión, se implementó en lenguaje Java, en donde el objetivo es calcular las pérdidas en la señal y los valores para la capacidad del canal.

Además este permite el cálculo independiente para cada tipo de medio guiado dando esto una opción didáctica de aprendizaje.

5. Resultados

Los cálculos obtenidos del software han sido organizados por perturbación y por tipo de medio utilizado, para empezar se apreciarán los valores de distancia sin atenuación para cable UTP.

ANCHO DE BANDA	100 KHZ	1MHZ	20MHZ	100MHZ
CAT 3	2km	500m	100m	NA
CAT 4	3km	600m	150m	NA
CAT 5	3km	700m	160m	100m
CAT 6	4km	800m	170m	120m
CAT 7	4km	850m	180m	120m

Tabla 2

Para las pruebas de enlace básico se utilizan los cables certificados suministrados por el fabricante, éstos deben poseer dos metros de longitud cada uno. La distancia que la norma da para el cableado horizontal es de 90 metros, por lo tanto la máxima longitud esperada para el enlace básico es de 100 metros.

La longitud máxima esperada para el canal, es la máxima permitida por la norma para el cableado entre equipos activos es decir 100 metros.

5.1. Atenuación

El software entrega el dato de la atenuación presentada tanto por el enlace básico como por el canal. Este dato siempre va a ser afectado por la distancia del cableado medido, por consiguiente no se debe dejar de tener en cuenta la incidencia del NVP.

5.1.1. Atenuación en Enlace Básico

Las siguientes son los valores para la atenuación que se espera para un enlace básico a diferentes frecuencias y a la distancia de 94 metros.

Frecuencia (Mhz)	Categoría 3 (db)	Categoría 4 (db)	Categoría 5 (db)
1	3.2	2.2	2.1
4	6.1	4.2	4.0
8	8.8	6.0	5.7
10	10.0	6.8	6.3
16	13.2	8.8	8.2
20		9.9	9.2
25			10.3
31.25			11.5
62.5			16.7
100			21.6

Tabla 3

5.1.2. Atenuación en el Canal

Los siguientes son los valores de atenuación que se esperan para el canal a diferentes frecuencias y a una distancia de 100 Metros:

Frecuencia (Mhz)	Categoría 3 (db)	Categoría 4 (db)	Categoría 5 (db)
1	4.2	2.6	2.5
4	7.3	4.8	4.5
8	10.2	6.7	6.3
10	11.5	7.5	7.0
16	14.9	9.9	9.2
20		11.0	10.3
25			11.4
31.25			12.8
62.5			18.5
100			24.0

Tabla 4

5.1.3. Atenuación para Cable Coaxial

La siguiente tabla muestra los valores de atenuación para cable coaxial.

TIPO	MAX FREQ.	AT (db) 100MHZ	AT (db) 400MHZ	AT (db) 1000MHZ
RG-58	1000	4,6	9,4	15,3
RG-59	1000	3,3	6,9	11,4

Tabla 5

5.1.4. Atenuación de la Fibra óptica

5.1.4.1. Atenuación por tramo

Es debida a las características de fabricación propia de cada fibra (naturaleza del vidrio, impurezas, etc.) y se mide en **dB/Km**, lo cual nos indica cuántos dB se perderán en un kilómetro.

Parámetros de medición:	Span (rango) = 0 a 6 Km	Resultado de la medición:
$\lambda = 1556 \text{ nm}$	Promedios = 15	A-B = 1.447 km
Índice = 1.465	Cursor A = 3.976 Km	LSA Attn = 0.185 dB/km
Ancho de pulso = 1000 ns	Cursor B = 2.529 Km	

5.2. Ruido térmico

Valores del ruido térmico.

CUIDAD	TEMPERATURA C°	ANCHO DE BANDA MHZ	RUIDO TERMICO (db/W)
BOG	19	1	-134,09
BUC	25	1	-133,86
CAR	35	1	-133,72
BOG	19	10	-124,09
BUC	25	10	-123,86
CAR	35	10	-123,72
BOG	19	100	-114,09
BUC	25	100	-113,86
CAR	35	100	-113,72

Tabla 7

Para la capacidad del canal se tomo como dato base 8 niveles de codificación y 3 anchos de banda los resultados fueron:

NIVELES DE TENSION	ANCHO DE BANDA (MHZ)	CAPACIDAD DEL CANAL (BPS)
2	1	$2 \cdot 10^7$
4	1	$4 \cdot 10^7$
8	1	$6 \cdot 10^7$
2	10	$2 \cdot 10^8$
4	10	$4 \cdot 10^8$
8	10	$6 \cdot 10^8$
2	100	$2 \cdot 10^9$
4	100	$4 \cdot 10^9$
8 MAX	100	$6 \cdot 10^9$

Tabla 8

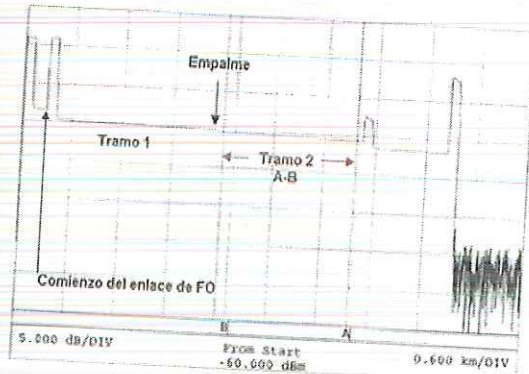


Tabla 6

6. Conclusiones

Tomando en cuenta los resultados obtenidos del software y de la investigación realizada podemos concluir que:

Las perturbaciones existen en cualquier medio de transmisión de datos.

La atenuación es función creciente de la distancia.

Para disminuir la atenuación existen dos métodos físicos de solución disminuir la distancia entre empalmes y utilizar amplificadores de señal.

El aumento en la temperatura afecta la atenuación que aumenta en 1.5% por cada grado centígrado después de 20 grados centígrados en la categoría 3. Para las categorías 4 y 5 0.4 % por cada grado centígrado.

Superficies metálicas cerca del cableado: Toda superficie metálica cerca al cableado genera unas capacitancias que van a presentar pérdidas indeseables de señal.

La humedad relativa afecta la permisividad del medio provocando pérdidas por la presencia de conductancias parásitas.

El ruido térmico esta ligado a la calidad del medio de transmisión y a la temperatura del sitio donde existe la conexión.

Para impedir que se produzcan alteraciones en la transmisión se debe bloquear el escape o la penetración de emisiones electromagnéticas del o al equipo o dispositivo electrónico, mediante un escudo, filtro o "Shield", formado por un buen conductor.

7. Autores

Jennis Adriana Flórez Cáceres, Estudiante de séptimo semestre de Ingeniería de Sistemas en la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Leonardo Fabio Valenzuela Quiroga, Estudiante de sexto semestre de Ingeniería de Sistemas en la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Ing. Hugo Vecino Pico. Ingeniero de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, Docente.

8. Referencias

- [1] William Stallings, "Comunicaciones y redes de computadoras", Prentice Hall, Págs. 82 - 90, 2004.
- [2] STREMLER, Ferrel G. Introducción a los Sistemas de Comunicaciones, Editorial Addison Wesley Longman, 3ra edición, Pág. 190 - 192.
- [3] C. E. Shannon, "Communication in the presence of noise," Proc. Institute of Radio Engineers, volumen 37, no.1, páginas 10-21, enero 1949.

[4] H. Nyquist, "Certain topics in telegraph transmission theory," Trans. AIEE, volumen 47, páginas 617-644, abril 1928.

[WEB1] <http://www.arqhys.com/arquitectura/cableado-atenuacion.html>, última actualización 09 de febrero de 2005.

[WEB2] http://www.portalgsm.com/documentacion_extendida/76_0_17_0_C/, última actualización 08 de febrero de 2005.

[WEB3] http://es.wikipedia.org/wiki/Ruido_t%C3%A9rmico, última actualización 14:28 4 mar, 2005.

[WEB4] http://fis.unab.edu.co/docentes/hvecino/comunicacion/slides/Chapter_03/Chapter_3.ppt

[WEB5] <http://www.plantaexterna.cl/localizacion/diafonia.htm> última actualización 11 de marzo de 2005

[WEB6] <http://es.wikipedia.org/wiki/Diafon%C3%ADa> 17 mar, 2005.

[WEB7] <http://www.plantaexterna.cl/capacitancia/ruido.htm> última actualización 11 de marzo de 2005

[WEB8] <http://www.arqhys.com/arquitectura/cableado-atenuacion.html> última actualización 19 de Abril de 2005.

[WEB9] <http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/fisico/Infisico.html> última actualización 2002.

[WEB10] http://www.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/telepro/t1_31.htm última actualización 3 de Noviembre de 1998.

[WEB11] <http://www.eveliux.com/fundatel/shannon.html> última actualización Martes, 19 Abril 2005.

[WEB12] http://ayudatecnica.solodrivars.com/manuales_comunicacion_redes16.htm.

[WEB13] http://ayudatecnica.solodrivars.com/manuales_comunicacion_redes15.htm.

[WEB14] http://es.wikipedia.org/wiki/Criterio_de_Nyquist 07:32 21 mar, 2005.

[WEB15] http://www.tsc.uc3m.es/~fran/docencia/SyCT/Tema4_semana1.pdf.

[WEB16] http://es.wikipedia.org/wiki/Constante_de_Boltzmann 01:29 25 mar, 2005.

[WEB17] <http://www.cs.unibo.it/~margara/shannon.PDF>

[WEB18] <http://html.rincondelvago.com/perturbaciones-en-las-transmisiones.html>

[WEB19] <http://lorca.umh.es/isa/es/cperf/cpr/Transp.%20Conceptos%20basicos%20transmision.pdf>

[WEB20] <http://abiertos.org/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&p=1959>

[WEB21] <http://www.com.uvigo.es/radio/ruido.htm> última actualización 30 de septiembre de 2002.

DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES PUERTOS USADOS EN LA COMUNICACIÓN DE DATOS..

Semillero de comunicación de datos Alexander Graham Bell.

Facultad de Ingeniería de Sistemas

Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería.

Harold Fabián Botía Ariza, Jaime Del Río Eslava, Hugo Vecino Pico.

e-mail: {hbotia, jdel2, hvecino}@unab.edu.co

Bucaramanga, Mayo de 2005

RESUMEN.

En este artículo se habla acerca de los puertos de comunicación, sus funciones, ventajas, desventajas y como se comportan cada uno de ellos en la transmisión de datos. Entre ellos se destacan el USB, infrarrojo, paralelo y serie. Todos los puertos anteriormente mencionados se utilizan ampliamente en la comunicación de datos de computador a computador y en el almacenamiento masivo de información. El principal objetivo es demostrar por medio de una simulación gráfica, cómo se transfieren datos. Además, dar a conocer las características que tienen los puertos de comunicación y contribuir al semillero de comunicaciones Alexander Graham Bell, brindando una fuente de información.

PALABRAS CLAVE.

Puertos de comunicación, serie, paralelo, USB, infrarrojo, Rj-45, Rj-11.

ABSTRACT.

In this article we introduce the most common communication ports, their function, advantages and disadvantages. Also by a simulation we are going to describe with details the function of each port. To this investigation we made a java software, and this software shows us each one of the ports and how they go through the data communication. In addition, to present the characteristics that have the communication ports and to contribute to the seed plot of communications Alexander Graham Bell, offering a source of information.

1. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, han existido diversas maneras para que el ser humano se comunique, ya sea con señales o con elementos que se han venido desarrollando, y estas han venido evolucionando drásticamente. En un principio se desarrollo el puerto en serie y el paralelo, como las principales formas de comunicar dos computadores. Esta tecnología prometedora dio paso a otras formas más avanzadas de comunicación ya

104

que las anteriores solamente permitían una sola conexión. Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de poder comunicar computadoras mediante tecnología inalámbrica. La conexión de computadoras mediante Ondas de Radio o Luz Infrarroja, actualmente está siendo ampliamente investigada. Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos. "Pero la realidad es que esta tecnología está todavía muy inexplorada y se deben resolver varios obstáculos técnicos y de regulación antes de que las redes inalámbricas sean utilizadas de una manera general en los sistemas de cómputo de la actualidad." [1]

2. PUERTOS DE COMUNICACIÓN

En el computador existen métodos básicos para transferir datos. El primer método es la transmisión de datos en serie, en este se envían datos a otro dispositivo a razón de un bit a la vez. El segundo método es el de transmisión de datos en paralelo, este consta en enviar una manda de 8 bits de datos (1 byte) al mismo tiempo, logrando mas eficiencia que la transmisión de datos en serie la cual manda los 8 bits uno detrás de otro. [2][3][6]. En la actualidad contamos con computadores equipados con otros puertos de comunicación mas avanzados, como el USB (universal serial bus), su gran avance o ventaja es que se pueden conectar varios dispositivos externos simultáneamente con una importante velocidad de transferencia y el puerto

infrarrojo, el cual no necesita un cable para transmitir datos, convirtiéndose en el mayor logro en cuanto a los puertos de comunicación.

La figura 1, muestra los puertos de comunicación que normalmente se encuentran ubicados en la parte posterior del computador, como el puerto paralelo, serie y USB.

Figura 1

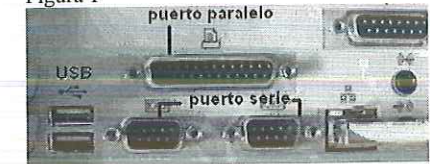


figura tomada de:
<http://usuarios.lycos.es/tervenet/TUTORIALES/parallel01.htm>

2.1 PUERTO PARALELO.

El puerto paralelo tiene un tamaño de 25 pines hembra. Normalmente en estos se conectan Impresoras, Scanners, Cámaras y en algunos casos dos computadores. Un puerto paralelo envía datos de a 4 por vez, por lo tanto es más rápido que el serie. "Dado que este puerto tiene un conjunto de entradas y de salidas digitales, se puede emplear para hacer prácticas de lecturas de datos y control de dispositivos." [29]. En la figura 2. Se observan los conectores macho y hembra respectivamente, usados para la comunicación de la impresora.

105

Figura 2

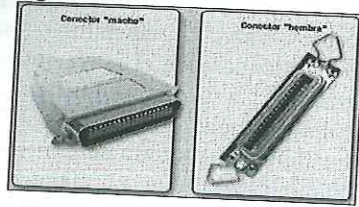


figura tomada de:
<http://www.terra.es/addon/img/tecnologia/7b5252puerto>

2.1.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS PINES (PUERTO PARALELO)

El puerto paralelo de un computador utiliza un conector hembra de tipo D de 25 pines (DB-25). En este puerto existen Buses de datos, de estado y de control, estos utilizan cierto número de pines para realizar tareas específicas para que se haga efectiva la transferencia de datos. El bus de datos (DATA) utiliza los 8 pines, ubicados del pin 2 al pin 9, estos ocho pines son de salida generalmente. Para controlar estos pines solo hay que escribir los datos deseados en el registro, cuya dirección es la dirección base del puerto. El bus de estado (STATUS) utiliza 5 pines, que se ubican del pin 10 al 15, excepto el 11, entre los 5 pines hay uno que es negado, es el número 11. Estos pines se encargan de la entrada de datos, es decir, la respuesta que tiene el hardware y es enviada al computador, para una respuesta. El bus de control (CONTROL) utiliza 4 pines los números 1, 14, 16, y 17, estos pines son bidireccionales, tres de los cuatro están negados, el que no lo está es el pin 16. Sus funciones son el resultado de la mezcla entre el bus de datos (DATA) y el de estado (STATUS). [11] [15]

En la figura 3 se observa la ubicación de los pines en el puerto paralelo.

Figura 3

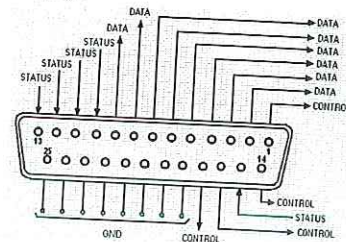


figura tomada de:
<http://www.todorobot.com.ar/proyectos/paralelo/paralelo.htm>

2.2 PUERTO EN SERIE.

Estos puertos vienen en dos tamaños, 9 y 25 pines. El conector para el costado del computador será de tipo macho. (Los tipos de video más antiguos usaban un conector tipo hembra de 9 pines, como se muestra en la figura 4). Con frecuencia habrá uno de cada tipo que se verán en la misma ranura en la parte de atrás de la computadora. Este conector tiene sus extremos en ángulo de manera que el enchufe (macho) podrá introducirse de una sola manera. Muchos dispositivos usan un puerto en serie, incluso el ratón y módems externos. [20]

Figura 4



figura tomada de:
<http://www.buenosaires.gov.ar/educacion/servicios/soporte/puertos>

En la comunicación serie los bits se transmiten uno detrás de otro (de ahí

el nombre), lo que hace que sean mucho más lentas que sus homólogas "paralelo" en las que se transmiten varios bits a la vez. La ventaja es que puede utilizarse un solo par de hilos, o incluso uno solo (si el retorno se realiza por la tierra). [12]

Existen varias formas de transmisiones serie:

Simplex: Un equipo transmite, el otro recibe.

Half-duplex: Transmiten ambos equipos pero no simultáneamente; los equipos se alternan en la transmisión, uno transmite mientras el otro recibe.

Full-duplex: Ambos equipos transmiten simultáneamente. Para ello se requieren dos líneas independientes, transmisión y recepción; la línea de transmisión de un equipo se conecta a la entrada de recepción del otro y viceversa. Los puertos serie del PC son capaces de utilizar este modo.

Síncronas: Los dispositivos que se comunican se sincronizan en el momento inicial de la transmisión y constantemente se intercambian información a una cadencia predefinida. Con objeto de mantener la sincronización, cuando no existen datos que enviar se transmiten caracteres sin valor ("idle characters").[21]

Asíncronas: En este modo de transmisión no existe sincronización; no es necesario enviar caracteres de relleno, pero hay que indicar cuando empieza un dato y cuando termina.

Esto se hace incluyendo en la transmisión señales de inicio y fin de dato (bits de "start" y "stop"). En la comunicación asíncrona, la información (cada carácter) es enviada en el interior de un cuadro ("Frame") de tamaño variable, que comienza con la mencionada señal de inicio y termina con la de final; es el tipo de comunicación utilizada en los puertos serie del PC [21].

En este tipo de comunicación, el estado de reposo (cuando no se transmite nada) se identifica con un "1" (marca). Cuando se recibe un bit de inicio, que es un "0" (espacio), el receptor toma nota que va a comenzar a recibir un dato.

2.3 USB.

Este puerto se ha convertido en uno de los más importantes avances cuando se trata de conectar varios dispositivos externos, ya que mejora el número de ellos que es posible conectar de manera simultánea, y con una importante velocidad de transferencia. [22]

Como se puede observar en la figura 5, este computador posee dos puertos USB, y en estos puertos se conectan dispositivos de almacenamiento masivo como una memoria flash o dispositivos que vengán equipados con dicha tecnología como impresoras, Mouse, cámaras digitales etc.

Figura 5

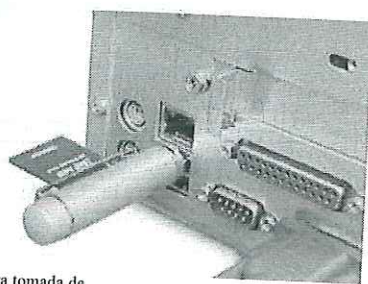


figura tomada de <http://www.thanko.jp/productimg>

El USB (Universal Serial Bus) permite conectar hasta 127 dispositivos, y ya es un estándar en todos los computadores de última generación, que incluyen al menos dos puertos USB. Pero ¿qué otras ventajas nos ofrece este puerto? Es totalmente Plug & Play, es decir, con sólo conectar el dispositivo y con el ordenador encendido, el dispositivo es reconocido e instalado de manera inmediata. Sólo es necesario que el Sistema Operativo lleve incluido el correspondiente controlador o driver, hecho ya posible para la mayoría de ellos sobre todo si se dispone de un Sistema Operativo como por ejemplo Windows XP, de lo contrario el driver le será solicitado al usuario. Este posee una alta velocidad en comparación con otro tipo de puertos. USB 1.1 alcanza desde 12 Mb/s, hasta los 480 Mb/s, para USB 2.0, 60 MB/s mientras un puerto serie o paralelo tiene una velocidad de transferencia inferior a 1 Mb/s. [21] [22]

El cable USB permite alimentar dispositivos externos a través de él, el consumo máximo que puede lograr este controlador es de 5

voltios y su longitud no debe superar los 5 mts. Los dispositivos se pueden dividir en dispositivos de bajo consumo (hasta 100 mA) y dispositivos de alto consumo (hasta 500 mA) para dispositivos de más de 500 mA será necesario alimentación externa.

Si se utiliza un concentrador y éste está alimentado, no será necesario realizar consumo del bus. Para conectar varios dispositivos USB es necesario un concentrador o HUB, este HUB se conecta al puerto USB, de tal forma que el concentrador sirve para que se conecten varios dispositivos. Para conectar varios dispositivos USB es necesario un concentrador o HUB, de tal forma que será el concentrador quién se conecte al puerto USB del computador y alrededor del Hub se conecten los dispositivos. Estos dispositivos a su vez pueden actuar como HUB para otros dispositivos.

También es posible conectar al HUB otros HUB consiguiendo así una topología de ESTRELLA de varios niveles o TIERED STAR, el número total de HUB que se pueden conectar son 5. Se debe tener claro el siguiente concepto, el puerto USB del que se parte, pertenece a un controlador físico que puede estar en la propia placa base o en una tarjeta de expansión, a este conector se le denomina concentrador raíz. Este controlador suele disponer de dos conectores. Esto es importante, ya que no es lo mismo conectar dos dispositivos al mismo controlador que cada uno de ellos a un controlador distinto: en el primer caso deben compartir el ancho de banda y en el segundo caso no, es decir, tanto el ancho de banda como

la alimentación deben ser repartidas entre todos los dispositivos conectados a un mismo bus. [22].

2.4 PUERTOS INFRARROJOS.

La comunicación con puertos infrarrojos o inalámbricos se inició el 28 de junio de 1993, cuando 50 compañías relacionadas con la computación, tomaron la decisión de desarrollar dicha comunicación para computadoras, formando la Asociación de desarrolladores de infrarrojo (Infrared Developers Association, IrDA). [26]

La comunicación infrarroja está basada en longitudes de onda de luz, utiliza frecuencias para transmitir datos en pulsos. Estos pulsos deben determinar las tasas de transferencia y se debe tener en cuenta la modulación. Hay 2 formas de modulación la primera es RZI o Return to Zero Invert, esta modulación es utilizada para velocidades de transmisión de datos menores a 4.0 Mbps. Con RZI el emisor envía un pulso para indicar un 0 binario y 1 no envía pulso. Cuando llega a 4mbps el emisor de IrDA cambia a PPM o modulación por posición de pulso, también conocida como 4PPM. Los datos transmitidos por un dispositivo IrDA son transmitidos en un formato de 8 bits, conforme al estándar de la IRDA, 8 bits de datos, bit de paridad, y bit de paro para un total de 10 bits por caracter. [23]. Las frecuencias del infrarrojo son de 700 a 1000 angstroms. Las comunicaciones infrarrojas también "utilizan pulsos para transmitir datos. Estos pulsos varían con respecto a los digitales en

que mientras los anteriores son constantes durante el ciclo de reloj los pulsos IrDA duran sólo una fracción del ciclo básico de reloj o celda estándar de bit. Estos pulsos son distribuidos ampliamente entre ellos, lo que los hace fáciles de recibir y distinguir en el receptor IrDA" [24]. Los fabricantes de computadoras comenzaron a tomar ventaja de la tecnología IrDA a principio de a década de 1990 cuando los computadores tipo lap-top (que no son lo mismo que las notebook) se comenzaron a hacer populares. La tecnología IrDA utilizada en ese entonces estaba en desarrollo, por lo cual muchas veces la tecnología IrDA varía de fabricante a fabricante. Estas variaciones causaban conflictos con otros dispositivos.

En 1997 los miembros de IrDA se reunieron en la Comdex, en Las Vegas, para promover nuevos dispositivos inalámbricos para el mercado de consumo y artilugios de comunicaciones que tomaban ventaja de la tecnología IrBUS. IrBus es el nombre original para los estándares de la IrDA, que permitía comunicación bidireccional entre dispositivos separados hasta por 24 pies, haciendo posible la creación de palancas de mano, tapetes de juegos y unidades de disco. IrBus también era capaz de comunicación simultánea con dos anfitriones y era capaz de soportar hasta 8 dispositivos. También se especulaba que futuros dispositivos IrBus pudieran ser integrados a objetos domésticos como hornos de microondas. [28].

A principio de 1998 los fabricantes comenzaron a liberar la tecnología

IrBus integrada en la circuitería de entrada - salida de sus sistemas para permitir que la tecnología IrDA fuera utilizada, aunque fueron reticentes para incorporar un puerto IrDA en computadoras de sobremesa debido al costo extra, que era aproximadamente de US\$10.00 por el transceptor, pero lo hicieron disponible como accesorio a través del puerto RS-232. La tecnología infrarroja se hizo cada vez más popular en las computadoras portátiles, así como asistentes personales digitales y computadoras de mano. Sejin América, Inc; Microsoft; HP; y Sharp comenzaron a fabricar accesorios inalámbricos IrDA tales como teclados, ratones, palancas de mando, tableros de juegos y controles remotos que aprovecharan la tecnología IrBus en computadoras personales de escritorio. La mayoría de estos accesorios estuvieron disponibles a mediados de 1998, y debido a la limitada utilización de tecnología IrBus en el mercado, estas no tuvieron mucho éxito. La IrDA hizo su camino a ambientes LAN con la tecnología EthIR, liberando teléfonos celulares con capacidad IrDA para trabajar con Asistentes Personales Digitales, HPCs, y otros dispositivos, para ofrecer conectividad móvil a Internet. [24]

3. RESULTADOS.

Se realizó un software en jcreator 3.0 con una máquina virtual de java 2 SDK 1.4.2. en un entorno gráfico que muestra las diferentes velocidades de transmisión que se pueden dar en una transferencia de datos.

Se demostró mediante la simulación, que los puertos de comunicación poseen diferentes tasas de transferencia, no importando si los datos transmitidos, viajan por medio físico o inalámbrico.

Por medio de este software se demuestran las velocidades reales en las que se transfieren los datos, ya que a veces no se puede saber cual

Como se puede observar en la figura 6 y 7 en este prototipo de software se introducen los datos (velocidades de transmisión), y se efectúa el envío del archivo. El otro computador lo recibe e inmediatamente se muestra una gráfica con los valores recogidos.

Figura 6

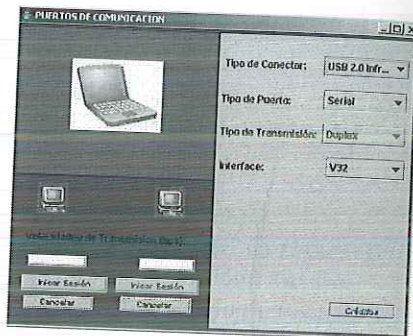
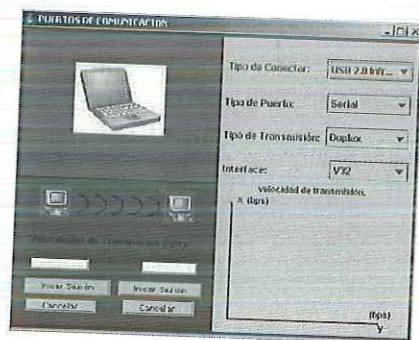
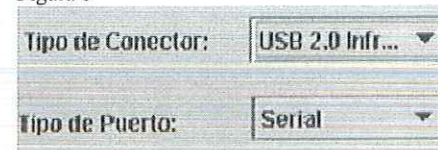


figura 7



medio es más eficaz para enviar o recibir, esta herramienta brinda a los estudiantes información importante a la hora de consultar valores o tasa de transferencia de archivos o datos. Además, como se puede observar en la figura 8; este software da la opción de conexión que el usuario desea realizar, conector y tipo de puerto para un mejor funcionamiento de dicho software.

Figura 8



Este proyecto sirve como una base para estudiantes interesados acerca del tema puertos de comunicación, como un fundamento a la comunicación de datos y es sustentado por medio de un entorno gráfico simulado.

4. CONCLUSIONES.

Con el fin de contribuir a los estudiantes de Ingeniería de Sistemas, nace este proyecto como un medio de información, y además una herramienta de ayuda acerca de la funcionalidad de los puertos de comunicación que existen hoy en día.

Principalmente se buscó desarrollar un software que simulara la transmisión de datos, y que mostrara cada uno de sus componentes en la red. Dicho software elaborado en la plataforma java con su funcionamiento adecuado nos ilustra como una computadora transfiere un

dato a otra por medio de un cable o por medio infrarrojo, y esta aplicación gráfica ayuda a entender la transferencia de datos como un tema importante en la materia de comunicación de datos.

5. AUTORES.

Harold Fabián Botía Ariza
Estudiante de ingeniería de Sistemas
Universidad Autónoma de Bucaramanga

Jaime Alberto Del Rio Eslava
Estudiante de ingeniería de sistemas
Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Ing. Hugo Vecino Pico

Docente de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la universidad Autónoma de Bucaramanga

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] <http://webs.ono.com/usr026/Agika2/3internet/puertos.htm>
- [2] <http://www.buenosaires.gov.ar/educacion/servicios/soporte/puertos.php>
- [3] <http://apuntes.rincondelvago.com/puertos-de-comunicacion.html>
- [4] http://www.mailxmail.com/curso-informatica/internet_redes/capitulo6.htm
- [5] <http://usuarios.lycos.es/jfuengon/oms.html>
- [6] <http://www.fabelec.cl/formato.php>

idp=hakko

[7]http://www.automatas.org/hitech/dl_405.htm.

[8]<http://www.monografias.com/trabajos/redesconcep/redesconcep.shtml> - 68k

[9]<http://apuntes.rincondelvago.com/comunicacion-por-puertos-serie-y-paralelo.html>

[10]<http://www.it.uniovi.es/material/informatica/uvieu/sistemas/svcComm/Tema1.pdf>

[11]<http://www.tecnotopia.com.mx/mecatronica/puertoserial.htm> - 11k

[12]<http://www.netmedia.info/business/articulos>.

[13]http://php?id_sec=29&id_art=4169&num_page=15222

[14]<http://abservosystem.tripod.com/abservo/abssq.html>

[15]http://www.sprocom.com/rentapc/manual_usuario/configuracion_monitorpc.htm

[16]<http://webs.ono.com/usr026/AgiKa2/2troyanos/Troyanos2.htm>

[17]http://www.zator.com/Hardware/H2_5_1.htm

[18]<http://andersonramirez.tripod.com/rs232.htm>

[19]<http://www.automatas.org/abb/comunicaciones.htm> tabla ascii

[20]<http://www.buenosaires.gov.ar/educacion/servicios/soporte/puertos>

[21]http://www.zator.com/Hardware/H2_5_1.htm

[22]http://www.multingles.net/docs/alezito_usb.htm

[23]<http://www.thanko.jp/productimg/spy/wcreader.JPG>

[24]<http://www.tecnotopia.com.mx/mecatronica/puertoenfrarrojo.htm>

http://www.ugr.es/~quiored/espec/img/intro_01.gif

[25]http://www.ugr.es/~quiored/espec/img/intro_01.gif

[26]William Stallings, "Comunicaciones y redes de computadoras", Prentice Hall, 2004.

[27]STREMLER, Ferrel G. Introducción a los Sistemas de Comunicaciones, Editorial Addison Wesley Longman, 3ra edición, Pág. 190 - 192.

[28] C. E. Shannon, "Communication in the presence of noise," Proc. Institute of Radio Engineers, volumen 37, no.1, páginas 10-21, enero 1949.

[29]<http://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/17750.html>

Esquemas de Codificación Nrz-L, Nrz-I, Bipolar AMI, Pseudoternario, Manchester, Manchester diferencial, B8ZS y HDB3 para la transmisión de datos digitales usando señales Digitales.

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Rubén D Ósma G, Juan C Acevedo H, Hugo Vecino P.
e-mail: {rosma, jacevedo5, hvecino}@unab.edu.co
Bucaramanga, Mayo de 2005

RESUMEN

En este artículo se exponen las técnicas ó esquemas más comunes para codificar datos digitales en señales digitales. Estos son: NRZ-L, NRZI, Bipolar-AMI, Pseudoternario, Manchester, Manchester Diferencial, B8ZS Y HDB3. El esquema de codificación está directamente relacionado con las prestaciones del sistema. Se busca maximizar estas prestaciones que están determinadas por: espectro, sincronización, detección de errores, costos, vulnerabilidad al ruido, interferencias, velocidad de transmisión y velocidad de modulación.

Se muestran los resultados de un software de simulación desarrollado por los autores, el cual recibe una cadena de texto que es representada en lenguaje binario, para luego ser graficada en cada uno de los esquemas de codificación anteriores.

ABSTRACT

This article presents the most common encoding techniques or schemes to codify digital data into digital signals. The common schemes are: NRZ-L, NRZI, Bipolar-AMI, Pseudoternary, Manchester, Manchester Differential, B8ZS and HDB3. The encoding technique is

directly related with performance in the system. It is sought to maximize performance which is determined by: spectrum, synchronization, error detection, costs, noise vulnerability, interferences, data rate and modulation rate. The results of a simulation software developed by the authors are shown. The program receives a text stream that is represented in binary language, in order to be plotted for each one of the above encoding techniques.

PALABRAS CLAVES

Sincronización, datos, digital, señal, bit, tensión.

KEY WORDS

Synchronization, data, digital, signal, bit, tension.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la necesidad de mejorar las prestaciones y de disminuir los problemas en la comunicación, se han creado técnicas de codificación que mejoran uno o más aspectos en la comunicación. Los datos digitales son de naturaleza binaria. Presentan dos estados posibles, uno o cero. La forma más sencilla de representarlos es mediante dos niveles distintos de tensión. El esquema de codificación es simplemente

DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES PUERTOS USADOS EN LA COMUNICACIÓN DE DATOS..

Semillero de comunicación de datos Alexander Graham Bell.

Facultad de Ingeniería de Sistemas

Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería.

Harold Fabián Botía Ariza, Jaime Del Río Eslava, Hugo Vecino Pico.

e-mail: {hbotia, jdel2, hvecino}@unab.edu.co

Bucaramanga, Mayo de 2005

RESUMEN.

En este artículo se habla acerca de los puertos de comunicación, sus funciones, ventajas, desventajas y como se comportan cada uno de ellos en la transmisión de datos. Entre ellos se destacan el USB, infrarrojo, paralelo y serie. Todos los puertos anteriormente mencionados se utilizan ampliamente en la comunicación de datos de computador a computador y en el almacenamiento masivo de información. El principal objetivo es demostrar por medio de una simulación gráfica, cómo se transfieren datos. Además, dar a conocer las características que tienen los puertos de comunicación y contribuir al semillero de comunicaciones Alexander Graham Bell, brindando una fuente de información.

PALABRAS CLAVE.

Puertos de comunicación, serie, paralelo, USB, infrarrojo, Rj-45, Rj-11.

ABSTRACT.

In this article we introduce the most common communication ports, their function, advantages and disadvantages. Also by a simulation we are going to describe with details the function of each port. To this investigation we made a java software, and this software shows us each one of the ports and how they go through the data communication. In addition, to present the characteristics that have the communication ports and to contribute to the seed plot of communications Alexander Graham Bell, offering a source of information.

1. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, han existido diversas maneras para que el ser humano se comunique, ya sea con señales o con elementos que se han venido desarrollando, y estas han venido evolucionando drásticamente. En un principio se desarrollo el puerto en serie y el paralelo, como las principales formas de comunicar dos computadores. Esta tecnología prometedora dio paso a otras formas más avanzadas de comunicación ya

104

que las anteriores solamente permitían una sola conexión. Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de poder comunicar computadoras mediante tecnología inalámbrica. La conexión de computadoras mediante Ondas de Radio o Luz Infrarroja, actualmente está siendo ampliamente investigada. Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos. "Pero la realidad es que esta tecnología está todavía muy inexplorada y se deben resolver varios obstáculos técnicos y de regulación antes de que las redes inalámbricas sean utilizadas de una manera general en los sistemas de cómputo de la actualidad." [1]

2. PUERTOS DE COMUNICACIÓN

En el computador existen métodos básicos para transferir datos. El primer método es la transmisión de datos en serie, en este se envían datos a otro dispositivo a razón de un bit a la vez. El segundo método es el de transmisión de datos en paralelo, este consta en enviar una manda de 8 bits de datos (1 byte) al mismo tiempo, logrando mas eficiencia que la transmisión de datos en serie la cual manda los 8 bits uno detrás de otro. [2][3][6]. En la actualidad contamos con computadores equipados con otros puertos de comunicación mas avanzados, como el USB (universal serial bus), su gran avance o ventaja es que se pueden conectar varios dispositivos externos simultáneamente con una importante velocidad de transferencia y el puerto

infrarrojo, el cual no necesita un cable para transmitir datos, convirtiéndose en el mayor logro en cuanto a los puertos de comunicación.

La figura 1, muestra los puertos de comunicación que normalmente se encuentran ubicados en la parte posterior del computador, como el puerto paralelo, serie y USB.

Figura 1

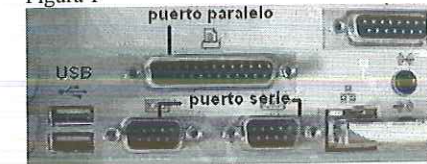


figura tomada de:
<http://usuarios.lycos.es/tervenet/TUTORIALES/parallel01.htm>

2.1 PUERTO PARALELO.

El puerto paralelo tiene un tamaño de 25 pines hembra. Normalmente en estos se conectan Impresoras, Scanners, Cámaras y en algunos casos dos computadores. Un puerto paralelo envía datos de a 4 por vez, por lo tanto es más rápido que el serie. "Dado que este puerto tiene un conjunto de entradas y de salidas digitales, se puede emplear para hacer prácticas de lecturas de datos y control de dispositivos." [29]. En la figura 2. Se observan los conectores macho y hembra respectivamente, usados para la comunicación de la impresora.

105

Figura 2

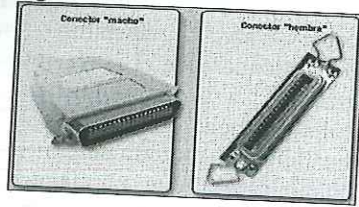


figura tomada de:
<http://www.terra.es/addon/img/tecnologia/7b5252puerto>

2.1.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS PINES (PUERTO PARALELO)

El puerto paralelo de un computador utiliza un conector hembra de tipo D de 25 pines (DB-25).

En este puerto existen Buses de datos, de estado y de control, estos utilizan cierto número de pines para realizar tareas específicas para que se haga efectiva la transferencia de datos. El bus de datos (DATA) utiliza los 8 pines, ubicados del pin 2 al pin 9, estos ocho pines son de salida generalmente. Para controlar estos pines solo hay que escribir los datos deseados en el registro, cuya dirección es la dirección base del puerto. El bus de estado (STATUS) utiliza 5 pines, que se ubican del pin 10 al 15, excepto el 11, entre los 5 pines hay uno que es negado, es el número 11. Estos pines se encargan de la entrada de datos, es decir, la respuesta que tiene el hardware y es enviada al computador, para una respuesta.

El bus de control (CONTROL) utiliza 4 pines los números 1, 14, 16, y 17, estos pines son bidireccionales, tres de los cuatro están negados, el que no lo está es el pin 16. Sus funciones son el resultado de la mezcla entre el bus de datos (DATA) y el de estado (STATUS). [11] [15]

En la figura 3 se observa la ubicación de los pines en el puerto paralelo.

Figura 3

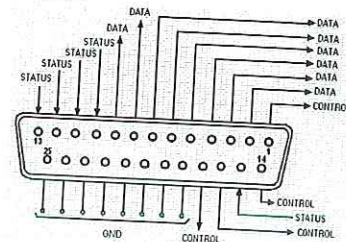


figura tomada de:
<http://www.todorobot.com.ar/proyectos/paralelo/paralelo.htm>

2.2 PUERTO EN SERIE.

Estos puertos vienen en dos tamaños, 9 y 25 pines. El conector para el costado del computador será de tipo macho. (Los tipos de video más antiguos usaban un conector tipo hembra de 9 pines, como se muestra en la figura 4). Con frecuencia habrá uno de cada tipo que se verán en la misma ranura en la parte de atrás de la computadora. Este conector tiene sus extremos en ángulo de manera que el enchufe (macho) podrá introducirse de una sola manera. Muchos dispositivos usan un puerto en serie, incluso el ratón y módems externos. [20]

Figura 4



figura tomada de:
<http://www.buenosaires.gov.ar/educacion/servicios/soporte/puertos>

En la comunicación serie los bits se transmiten uno detrás de otro (de ahí

el nombre), lo que hace que sean mucho más lentas que sus homólogas "paralelo" en las que se transmiten varios bits a la vez. La ventaja es que puede utilizarse un solo par de hilos, o incluso uno solo (si el retorno se realiza por la tierra). [12]

Existen varias formas de transmisiones serie:

Simplex: Un equipo transmite, el otro recibe.

Half-duplex: Transmiten ambos equipos pero no simultáneamente; los equipos se alternan en la transmisión, uno transmite mientras el otro recibe.

Full-duplex: Ambos equipos transmiten simultáneamente. Para ello se requieren dos líneas independientes, transmisión y recepción; la línea de transmisión de un equipo se conecta a la entrada de recepción del otro y viceversa. Los puertos serie del PC son capaces de utilizar este modo.

Síncronas: Los dispositivos que se comunican se sincronizan en el momento inicial de la transmisión y constantemente se intercambian información a una cadencia predefinida. Con objeto de mantener la sincronización, cuando no existen datos que enviar se transmiten caracteres sin valor ("idle characters"). [21]

Asíncronas: En este modo de transmisión no existe sincronización; no es necesario enviar caracteres de relleno, pero hay que indicar cuando empieza un dato y cuando termina.

Esto se hace incluyendo en la transmisión señales de inicio y fin de dato (bits de "start" y "stop"). En la comunicación asíncrona, la información (cada carácter) es enviada en el interior de un cuadro ("Frame") de tamaño variable, que comienza con la mencionada señal de inicio y termina con la de final; es el tipo de comunicación utilizada en los puertos serie del PC [21].

En este tipo de comunicación, el estado de reposo (cuando no se transmite nada) se identifica con un "1" (marca). Cuando se recibe un bit de inicio, que es un "0" (espacio), el receptor toma nota que va a comenzar a recibir un dato.

2.3 USB.

Este puerto se ha convertido en uno de los más importantes avances cuando se trata de conectar varios dispositivos externos, ya que mejora el número de ellos que es posible conectar de manera simultánea, y con una importante velocidad de transferencia. [22]

Como se puede observar en la figura 5, este computador posee dos puertos USB, y en estos puertos se conectan dispositivos de almacenamiento masivo como una memoria flash o dispositivos que vengán equipados con dicha tecnología como impresoras, Mouse, cámaras digitales etc.

Figura 5

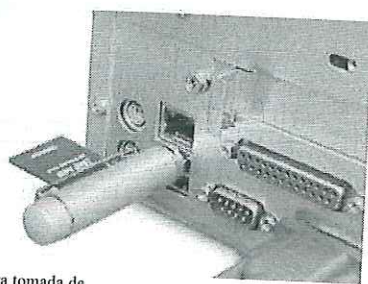


figura tomada de <http://www.thanko.jp/productimg>

El USB (Universal Serial Bus) permite conectar hasta 127 dispositivos, y ya es un estándar en todos los computadores de última generación, que incluyen al menos dos puertos USB. Pero ¿qué otras ventajas nos ofrece este puerto? Es totalmente Plug & Play, es decir, con sólo conectar el dispositivo y con el ordenador encendido, el dispositivo es reconocido e instalado de manera inmediata. Sólo es necesario que el Sistema Operativo lleve incluido el correspondiente controlador o driver, hecho ya posible para la mayoría de ellos sobre todo si se dispone de un Sistema Operativo como por ejemplo Windows XP, de lo contrario el driver le será solicitado al usuario. Este posee una alta velocidad en comparación con otro tipo de puertos. USB 1.1 alcanza desde 12 Mb/s, hasta los 480 Mb/s, para USB 2.0, 60 MB/s mientras un puerto serie o paralelo tiene una velocidad de transferencia inferior a 1 Mb/s. [21] [22]

El cable USB permite alimentar dispositivos externos a través de él, el consumo máximo que puede lograr este controlador es de 5

voltios y su longitud no debe superar los 5 mts. Los dispositivos se pueden dividir en dispositivos de bajo consumo (hasta 100 mA) y dispositivos de alto consumo (hasta 500 mA) para dispositivos de más de 500 mA será necesario alimentación externa.

Si se utiliza un concentrador y éste está alimentado, no será necesario realizar consumo del bus. Para conectar varios dispositivos USB es necesario un concentrador o HUB, este HUB se conecta al puerto USB, de tal forma que el concentrador sirve para que se conecten varios dispositivos. Para conectar varios dispositivos USB es necesario un concentrador o HUB, de tal forma que será el concentrador quién se conecte al puerto USB del computador y alrededor del Hub se conecten los dispositivos. Estos dispositivos a su vez pueden actuar como HUB para otros dispositivos.

También es posible conectar al HUB otros HUB consiguiendo así una topología de ESTRELLA de varios niveles o TIERED STAR, el número total de HUB que se pueden conectar son 5. Se debe tener claro el siguiente concepto, el puerto USB del que se parte, pertenece a un controlador físico que puede estar en la propia placa base o en una tarjeta de expansión, a este conector se le denomina concentrador raíz. Este controlador suele disponer de dos conectores. Esto es importante, ya que no es lo mismo conectar dos dispositivos al mismo controlador que cada uno de ellos a un controlador distinto: en el primer caso deben compartir el ancho de banda y en el segundo caso no, es decir, tanto el ancho de banda como

la alimentación deben ser repartidas entre todos los dispositivos conectados a un mismo bus. [22].

2.4 PUERTOS INFRARROJOS.

La comunicación con puertos infrarrojos o inalámbricos se inició el 28 de junio de 1993, cuando 50 compañías relacionadas con la computación, tomaron la decisión de desarrollar dicha comunicación para computadoras, formando la Asociación de desarrolladores de infrarrojo (Infrared Developers Association, IrDA). [26]

La comunicación infrarroja está basada en longitudes de onda de luz, utiliza frecuencias para transmitir datos en pulsos. Estos pulsos deben determinar las tasas de transferencia y se debe tener en cuenta la modulación. Hay 2 formas de modulación la primera es RZI o Return to Zero Invert, esta modulación es utilizada para velocidades de transmisión de datos menores a 4.0 Mbps. Con RZI el emisor envía un pulso para indicar un 0 binario y 1 no envía pulso. Cuando llega a 4mbps el emisor de IrDA cambia a PPM o modulación por posición de pulso, también conocida como 4PPM. Los datos transmitidos por un dispositivo IrDA son transmitidos en un formato de 8 bits, conforme al estándar de la IRDA, 8 bits de datos, bit de paridad, y bit de paro para un total de 10 bits por caracter. [23]. Las frecuencias del infrarrojo son de 700 a 1000 angstroms. Las comunicaciones infrarrojas también "utilizan pulsos para transmitir datos. Estos pulsos varían con respecto a los digitales en

que mientras los anteriores son constantes durante el ciclo de reloj los pulsos IrDA duran sólo una fracción del ciclo básico de reloj o celda estándar de bit. Estos pulsos son distribuidos ampliamente entre ellos, lo que los hace fáciles de recibir y distinguir en el receptor IrDA" [24]. Los fabricantes de computadoras comenzaron a tomar ventaja de la tecnología IrDA a principio de a década de 1990 cuando los computadores tipo lap-top (que no son lo mismo que las notebook) se comenzaron a hacer populares. La tecnología IrDA utilizada en ese entonces estaba en desarrollo, por lo cual muchas veces la tecnología IrDA varía de fabricante a fabricante. Estas variaciones causaban conflictos con otros dispositivos.

En 1997 los miembros de IrDA se reunieron en la Comdex, en Las Vegas, para promover nuevos dispositivos inalámbricos para el mercado de consumo y artilugios de comunicaciones que tomaban ventaja de la tecnología IrBUS. IrBus es el nombre original para los estándares de la IrDA, que permitía comunicación bidireccional entre dispositivos separados hasta por 24 pies, haciendo posible la creación de palancas de mano, tapetes de juegos y unidades de disco. IrBus también era capaz de comunicación simultánea con dos anfitriones y era capaz de soportar hasta 8 dispositivos. También se especulaba que futuros dispositivos IrBus pudieran ser integrados a objetos domésticos como hornos de microondas. [28].

A principio de 1998 los fabricantes comenzaron a liberar la tecnología

IrBus integrada en la circuitería de entrada - salida de sus sistemas para permitir que la tecnología IrDA fuera utilizada, aunque fueron reticentes para incorporar un puerto IrDA en computadoras de sobremesa debido al costo extra, que era aproximadamente de US\$10.00 por el transceptor, pero lo hicieron disponible como accesorio a través del puerto RS-232. La tecnología infrarroja se hizo cada vez más popular en las computadoras portátiles, así como asistentes personales digitales y computadoras de mano. Sejin América, Inc; Microsoft; HP; y Sharp comenzaron a fabricar accesorios inalámbricos IrDA tales como teclados, ratones, palancas de mando, tableros de juegos y controles remotos que aprovecharan la tecnología IrBus en computadoras personales de escritorio. La mayoría de estos accesorios estuvieron disponibles a mediados de 1998, y debido a la limitada utilización de tecnología IrBus en el mercado, estas no tuvieron mucho éxito. La IrDA hizo su camino a ambientes LAN con la tecnología EthIR, liberando teléfonos celulares con capacidad IrDA para trabajar con Asistentes Personales Digitales, HPCs, y otros dispositivos, para ofrecer conectividad móvil a Internet. [24]

3. RESULTADOS.

Se realizó un software en jcreator 3.0 con una máquina virtual de java 2 SDK 1.4.2. en un entorno gráfico que muestra las diferentes velocidades de transmisión que se pueden dar en una transferencia de datos.

Se demostró mediante la simulación, que los puertos de comunicación poseen diferentes tasas de transferencia, no importando si los datos transmitidos, viajan por medio físico o inalámbrico.

Por medio de este software se demuestran las velocidades reales en las que se transfieren los datos, ya que a veces no se puede saber cual

Como se puede observar en la figura 6 y 7 en este prototipo de software se introducen los datos (velocidades de transmisión), y se efectúa el envío del archivo. El otro computador lo recibe e inmediatamente se muestra una gráfica con los valores recogidos.

Figura 6

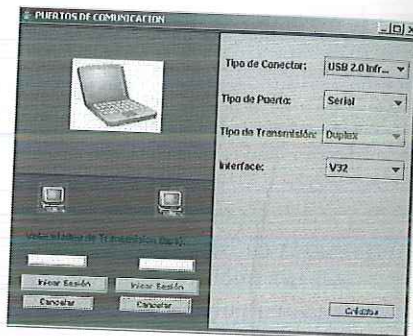
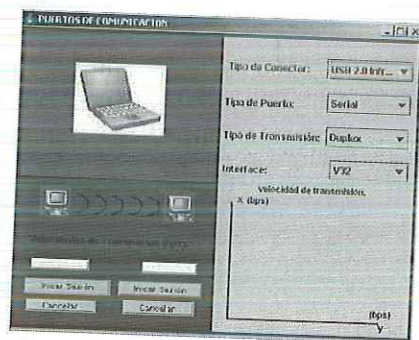
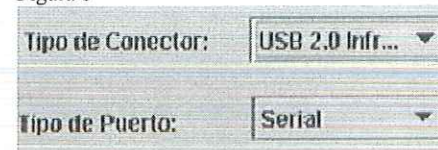


figura 7



medio es más eficaz para enviar o recibir, esta herramienta brinda a los estudiantes información importante a la hora de consultar valores o tasa de transferencia de archivos o datos. Además, como se puede observar en la figura 8; este software da la opción de conexión que el usuario desea realizar, conector y tipo de puerto para un mejor funcionamiento de dicho software.

Figura 8



Este proyecto sirve como una base para estudiantes interesados acerca del tema puertos de comunicación, como un fundamento a la comunicación de datos y es sustentado por medio de un entorno gráfico simulado.

4. CONCLUSIONES.

Con el fin de contribuir a los estudiantes de Ingeniería de Sistemas, nace este proyecto como un medio de información, y además una herramienta de ayuda acerca de la funcionalidad de los puertos de comunicación que existen hoy en día.

Principalmente se buscó desarrollar un software que simulara la transmisión de datos, y que mostrara cada uno de sus componentes en la red. Dicho software elaborado en la plataforma java con su funcionamiento adecuado nos ilustra como una computadora transfiere un

dato a otra por medio de un cable o por medio infrarrojo, y esta aplicación gráfica ayuda a entender la transferencia de datos como un tema importante en la materia de comunicación de datos.

5. AUTORES.

Harold Fabián Botía Ariza
Estudiante de ingeniería de Sistemas
Universidad Autónoma de Bucaramanga

Jaime Alberto Del Rio Eslava
Estudiante de ingeniería de sistemas
Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Ing. Hugo Vecino Pico

Docente de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la universidad Autónoma de Bucaramanga

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] <http://webs.ono.com/usr026/Agika2/3internet/puertos.htm>
- [2] <http://www.buenosaires.gov.ar/educacion/servicios/soporte/puertos.php>
- [3] <http://apuntes.rincondelvago.com/puertos-de-comunicacion.html>
- [4] http://www.mailxmail.com/curso-informatica/internet_redes/capitulo6.htm
- [5] <http://usuarios.lycos.es/jfuengon/oms.html>
- [6] <http://www.fabelec.cl/formato.php>

idp=hakko

[7]http://www.automatas.org/hitech/dl_405.htm.

[8]<http://www.monografias.com/trabajos/redesconcep/redesconcep.shtml> - 68k

[9]<http://apuntes.rincondelvago.com/comunicacion-por-puertos-serie-y-paralelo.html>

[10]<http://www.it.uniovi.es/material/informatica/uvieu/sistemas/svcComm/Tema1.pdf>

[11]<http://www.tecnotopia.com.mx/mecatronica/puertoserial.htm> - 11k

[12]<http://www.netmedia.info/business/articulos>.

[13]http://php?id_sec=29&id_art=4169&num_page=15222

[14]<http://abservosystem.tripod.com/abservo/abssq.html>

[15]http://www.sprocom.com/rentapc/manual_usuario/configuracion_monitorpc.htm

[16]<http://webs.ono.com/usr026/AgiKa2/2troyanos/Troyanos2.htm>

[17]http://www.zator.com/Hardware/H2_5_1.htm

[18]<http://andersonramirez.tripod.com/rs232.htm>

[19]<http://www.automatas.org/abb/comunicaciones.htm> tabla ascii

[20]<http://www.buenosaires.gov.ar/educacion/servicios/soporte/puertos>

[21]http://www.zator.com/Hardware/H2_5_1.htm

[22]http://www.multingles.net/docs/alezito_usb.htm

[23]<http://www.thanko.jp/productimg/spy/wcreader.JPG>

[24]<http://www.tecnotopia.com.mx/mecatronica/puertoinferrojo.htm>

http://www.ugr.es/~quiored/espec/img/intro_01.gif

[25]http://www.ugr.es/~quiored/espec/img/intro_01.gif

[26]William Stallings, "Comunicaciones y redes de computadoras", Prentice Hall, 2004.

[27]STREMLER, Ferrel G. Introducción a los Sistemas de Comunicaciones, Editorial Addison Wesley Longman, 3ra edición, Pág. 190 - 192.

[28] C. E. Shannon, "Communication in the presence of noise," Proc. Institute of Radio Engineers, volumen 37, no.1, páginas 10-21, enero 1949.

[29]<http://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/17750.html>

Esquemas de Codificación Nrz-L, Nrz-I, Bipolar AMI, Pseudoternario, Manchester, Manchester diferencial, B8ZS y HDB3 para la transmisión de datos digitales usando señales Digitales.

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Rubén D Ósma G, Juan C Acevedo H, Hugo Vecino P.
e-mail: {rosma, jacevedo5, hvecino}@unab.edu.co
Bucaramanga, Mayo de 2005

RESUMEN

En este artículo se exponen las técnicas ó esquemas más comunes para codificar datos digitales en señales digitales. Estos son: NRZ-L, NRZI, Bipolar-AMI, Pseudoternario, Manchester, Manchester Diferencial, B8ZS Y HDB3. El esquema de codificación está directamente relacionado con las prestaciones del sistema. Se busca maximizar estas prestaciones que están determinadas por: espectro, sincronización, detección de errores, costos, vulnerabilidad al ruido, interferencias, velocidad de transmisión y velocidad de modulación.

Se muestran los resultados de un software de simulación desarrollado por los autores, el cual recibe una cadena de texto que es representada en lenguaje binario, para luego ser graficada en cada uno de los esquemas de codificación anteriores.

ABSTRACT

This article presents the most common encoding techniques or schemes to codify digital data into digital signals. The common schemes are: NRZ-L, NRZI, Bipolar-AMI, Pseudoternary, Manchester, Manchester Differential, B8ZS and HDB3. The encoding technique is

directly related with performance in the system. It is sought to maximize performance which is determined by: spectrum, synchronization, error detection, costs, noise vulnerability, interferences, data rate and modulation rate. The results of a simulation software developed by the authors are shown. The program receives a text stream that is represented in binary language, in order to be plotted for each one of the above encoding techniques.

PALABRAS CLAVES

Sincronización, datos, digital, señal, bit, tensión.

KEY WORDS

Synchronization, data, digital, signal, bit, tension.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la necesidad de mejorar las prestaciones y de disminuir los problemas en la comunicación, se han creado técnicas de codificación que mejoran uno o más aspectos en la comunicación. Los datos digitales son de naturaleza binaria. Presentan dos estados posibles, uno o cero. La forma más sencilla de representarlos es mediante dos niveles distintos de tensión. El esquema de codificación es simplemente

la correspondencia que se establece entre los bits de los datos con los elementos de la señal [1]. Existen esquemas que utilizan 3 niveles de tensión y esquemas bifase que propician una buena sincronización. Codificar significa convertir datos binarios a una forma que les permita viajar por un enlace de comunicación físico. [4].

2. CONTENIDO.

Se pueden ubicar los esquemas de codificación digital en 4 categorías:

- No retorno a cero
- Binario Multinivel
- Bifase
- Scrambling

2.1 NO RETORNO A CERO (Non return to zero):

La forma más frecuente y fácil, de transmitir señales digitales, es mediante la utilización de un nivel diferente de tensión para cada uno de los dígitos binarios. Los esquemas de este tipo tienen la propiedad de presentar un nivel de tensión constante durante la duración del bit, es decir, no hay transiciones (no hay retorno al nivel cero de tensión). Este tipo de codificación tiene mejor comportamiento frente al ruido, ya que es más fácil detectar un cambio de nivel que el nivel propiamente dicho. Es usada en las grabaciones magnéticas, pero no es usada en la transmisión de señales. Por ejemplo, la ausencia de señal se representa con un (0) binario y un nivel constante y positivo de tensión un (1) binario [5].

Ventajas

- Son los más sencillos de implementar
- Uso eficiente del ancho de banda

- Se usan con frecuencia en grabaciones magnéticas [9].

Desventajas

- Presencia de componente continua
- Carecen de capacidad de sincronización
- No suelen ser atractivos para transmisión de señales [10].

Están conformados por:

2.1.1 NRZ-L (non return to zero - level)

Se usa generalmente para interpretar los datos binarios en los terminales y otros dispositivos, en el cual un (0) es representado con un nivel alto de tensión y un (1) con un nivel bajo de tensión [5].

2.1.2 NRZ-I (non return to zero, inverted)

Mantiene constante el nivel de tensión durante la duración de un bit. Los datos se codifican mediante la presencia o ausencia de una transición de la señal al principio del intervalo de duración del bit. Un (1) se codifica mediante la transición (bajo a alto o alto a bajo) al principio del intervalo de la señalización, mientras que un (0) se representa por la ausencia de la transición [5].

2.2 BINARIO MULTINIVEL:

Estas técnicas subsanan algunas de las deficiencias mencionadas para los NRZ. Estos códigos utilizan más de dos niveles de señal. Están conformados por:

Ventajas

- No hay problemas de sincronización en cadenas de (1).
- No hay componente continua.
- Uso eficiente del ancho de banda.
- Detección de errores aislados [1].

Desventajas

- Problemas de sincronización en cadenas de (0).
- Menor eficacia (hay que distinguir entre tres niveles).
- Más vulnerables al ruido [1].

Están conformados por:

2.2.1 Bipolar AMI

En el esquema Bipolar-AMI, un (0) binario se representa por ausencia de señal y el (1) binario se representa como un pulso positivo o negativo. Los pulsos correspondientes a los (1) deben tener una polaridad alternante. La transición que se produce cada vez que hay un (1) garantiza que no haya componente continua, y también constituye un medio para que emisor y receptor permanezcan sincronizados a pesar de que se produzcan largas cadenas de (1), además el ancho de banda necesario se reduce significativamente con respecto al que empleaba los NRZs. Finalmente la alternancia entre pulsos positivos y negativos simplifica la detección de errores (habrá un error cuando se incumpla la condición de alternancia) [1].

2.2.2 Pseudoternario

El bit se representa por la ausencia de señal, y el (0) mediante pulsos de polaridad alternante [6].

2.3 BIFASE

Todos los esquemas bifase tienen por lo menos una transición por intervalo. La codificación bifase tiene muchas variaciones así como nombres: codificación en fase, codificación en frecuencia y codificación en saltos de frecuencia. Los esquemas bifase son usados ampliamente en grabaciones

magnéticas y sistemas de comunicación de datos utilizando enlaces de fibra [5].

Ventajas

- Sincronización (debido a transiciones en cada intervalo)
- No hay componente continua
- Detección de errores [13].

Desventajas

- Necesita mayor ancho de banda [15].

2.3.1 Manchester

En la transición en mitad del intervalo, un cambio de bajo a alto representa un (1) y un cambio de alto a bajo representa un (0). Esta transición se aprovecha como proceso de sincronización así como para transmitir datos [1].

2.3.2 Manchester diferencial

Se representa mediante la ausencia y presencia de transición al comienzo del intervalo. Para (0) y (1) respectivamente. En este esquema, la transición en mitad de intervalo solo se emplea con fines de sincronización [2].

2.4 SCRAMBLING (Técnicas de aleatorización)

Se emplea en redes de larga distancia ya que los esquemas bifase requieren una alta velocidad de modulación. En este tipo de redes resulta costosa una implementación de esquemas bifase. La idea del scrambling es reemplazar las secuencias de bits que den lugar a niveles de tensión constante, por secuencias que presenten transiciones propiciando la sincronización de reloj.

Ventajas

- Mejor desempeño en grandes distancias [17].

Desventajas

- Como esta basada en Bipolar-AMI, tiene problemas en la sincronización y vulnerabilidad al ruido [18].

Están conformados por:

2.4.1 B8ZS (Binary 8-Zero Substitution)

Este esquema esta basado en el bipolar AMI. Secuencias de (8) ceros consecutivos son codificadas como 000+0-+ si el nivel de tensión anterior al octeto fue positivo. De lo contrario se codifica como 000-+0+-.

2.4.2 HDB3 (High Density Bipolar-3 Zeros)

También esta basado en el Bipolar AMI. Las cadenas de (4) ceros son reemplazadas por cadenas con uno o dos pulsos. El cuarto cero se sustituye por una violación del código. Si la última violación fue positiva, la siguiente deberá ser negativa y viceversa [1].

Polaridad del pulso anterior	Impar	Par
-	000-	+00+
+	000+	-00-

Tabla 1. Este esquema es propicio para la transmisión a altas velocidades [1].

3. RESULTADOS

El software realiza una simulación de los diferentes esquemas de codificación, representando gráficamente las entradas de tipo binario. Primero se introduce una cadena de texto (Figura 1), que es representada en lenguaje binario (Figura 2), para luego ser codificada de acuerdo a

cada esquema. Esto se muestra por medio de una grafica (Figura 3).

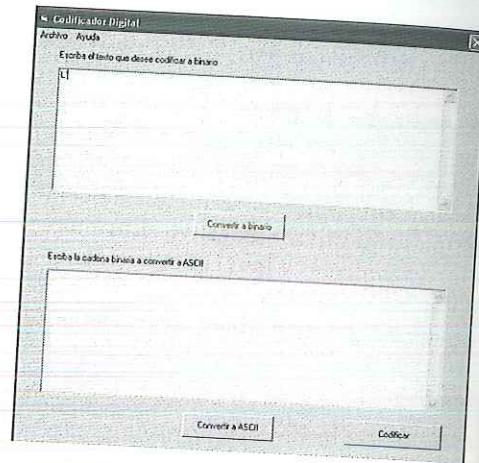


Figura 1. Pantalla inicial del codificador digital (ingreso de la cadena de texto).

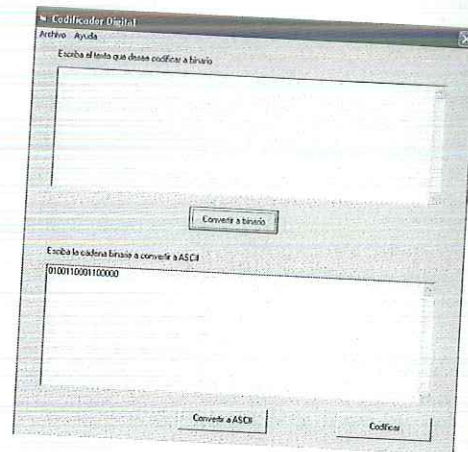


Figura 2. Pantalla inicial del codificador digital (salida del texto representado en binario).

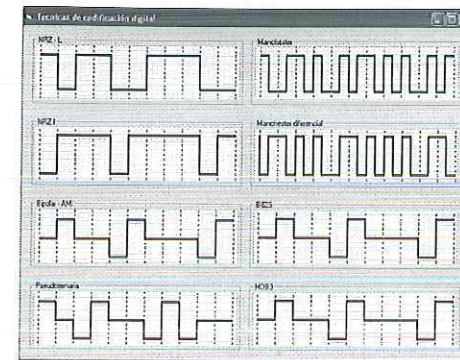


Figura 3. Pantalla final, Grafica de los diferentes esquemas de codificación.

4. CONCLUSIONES

Los esquemas más sencillos de usar son los NZRs, pero estos no se implementan en la transmisión de señales.

Los esquemas Binario-Multinivel presentan un uso más eficiente del ancho de banda, pero menor eficiencia en su implementación. Son vulnerables al ruido. Los esquemas Bifase presentan una mejor sincronización y detección de errores debido a las transiciones en los intervalos, pero necesitan un mayor ancho de banda. Las técnicas de aleatorización, presentan un alto desempeño en las transmisiones a grandes distancias, pero al estar basados en Bipolar-AMI, heredan deficiencias en la sincronización.

En la transmisión un emisor puede ser más rápido o lento que el receptor, para evitar errores se suelen sincronizar enviado paquetes de ocho bits (octetos),

esto permite detectar errores.

5. AUTORES

Rubén Darío Osma García:

Estudiante de Ingeniería de Sistemas.
Universidad Autónoma de Bucaramanga.

E-mail: rosma@unab.edu.co

Juan Carlos Acevedo Habeych:

Estudiante de Ingeniería de Sistemas.
Universidad Autónoma de Bucaramanga.

E-mail: jacevedo5@unab.edu.co

Hugo Vecino Pico:

Ingeniero de Sistemas.
Universidad Autónoma de Bucaramanga.

E-mail: hvecino@unab.edu.co

6. REFERENCIAS

- [1] Stallings William, Comunicaciones y redes de computadoras, Prentice Hall, Págs. 134-146, 2004.
- [2] Brewster Ronald, Communication Systems and Computer Networks, Págs. 51-64, 1989.
- [3] Cisco Networking Academy Program, Cisco Systems, Págs. 425-427, 2000.
- [4] Academia de Networking de Cisco Systems, Cisco Systems, Págs. 139-143, 2000.
- [5] Black Uyless, Data Communications and Distributed Networks, Págs. 201-211, 1993.
- [6] Proakis John G, Digital Communications, 1995.
- [7] Universidad de Málaga, España, 2005. <http://www.ac.uma.es/educacion/cursos/informatica/ArqRed/material/practical.pdf>
- [8] Universidad Autónoma de ciudad de Juárez, México, 2005. <http://www.uacj.mx>
- [9] Monterrosas Antonio, 2005.

- <http://www.monografias.com/trabajos3/comunicados/comunicados.shtml>
- [10] Moreno Asunción, 2005.
<http://gps-tsc.upc.es/veu/personal/asuncion/curso/Tema4.ppt>
- [11] Sociedad de la información, 2005.
<http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacionok/pdf/publicaciones/imagenio/capitulos/imageniocap7.pdf>
- [12] Ruiz Jacinto, 2005.
<http://www.geocities.com/CollegePark/Lab/2175/Redes/Redes4.htm>
- [13] Universidad de Da Coruña, España, 2005.
<http://www.tic.udc.es/~fidel/docs/teaching/mt/Tema0%20Presentacion.pdf>
- [14] Barenco Abbas Claudia Jacy, 2005.
https://www.redes.unb.br/material/APRC_OSDI/Introducao2.pdf
- [15] Universidad de Valladolid, España, 2005.
<http://www.isa.cie.uva.es/proyectos/codec/teoria1.html>
- [16] HispaSonic, 2005.
<http://www.hispasonic.com/Sections+index-req-printpage-artid-7.html>
- [17] Escuela Politécnica Superior, España, 2005.
<http://www.ii.uam.es/~siguenza/Introcomp.ppt>
- [18] Universidad de Oviedo, España, 2005.
<http://www.it.uniovi.es/material/informatica/uvieu/sistemas/redes/Tema3.pdf>
- [19] Redes de Computadores de la Universidad Politécnica de Valencia, España, 2005.
<http://www.redes.upv.es/ralfi/ficheros/presentaciones/01%20Introduccion.pdf>
- [20] Redes de Computadores de la Universidad Politécnica de Valencia, España, 2005.
http://www.redes.upv.es/gyurl/curso_0405/teoria/tema2/tema2_4p_CAS.pdf
- [21] Universidad EAFIT, 2005.
http://dis.eafit.edu.co/cursos/st059/material/nivel_fisico/NivelFisico.pdf
- [22] Gallardo Cerdeño Roger, 2005.
<http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpypkEFluVmuZpzaCq.php>
- [23] Cisneros Aurelio, 2005.
<http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No1/AURELIOPO.htm>
- [24] Universidad Carlos III de Madrid, España, 2005.
<http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/telematica/servidor/apuntes/tema4/tema04.htm>
- [25] Hispared, 2005.
<http://www.hispared.com/hispared/manuales/RedesE/redes.htm>

Construcción de un escenario para la transmisión de datos mediante el uso de telefonía IP en el Laboratorio de Telecomunicaciones de la UNAB.

Semillero de Comunicación de Datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Erika Caballero B, Jorge Serrano, Hugo Vecino P.
e-mail:ecaballero@unab.edu.co, hvecino@unab.edu.co
Bucaramanga, Mayo del 2005

Resumen

El futuro de la telefonía IP se muestra cada vez más prometedor puesto que cada día van aumentando los desarrolladores de tecnología de Voz sobre IP (VoIP) y sistemas relacionados, el laboratorio que se ha realizado es la mejor demostración de la prestación de servicios de comunicación telefónica, sea a través de teléfonos convencionales o otros servicios, por esta razón las telefónicas tradicionales están optando por esquemas de ahorro usando esta tecnología.

Palabras Clave:

Telefonía IP, Comunicación.

1. Introducción

La Voz sobre IP (VoIP) es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos.

La Telefonía IP es una aplicación inmediata de esta tecnología, de forma que permita la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando un PC, gateways y teléfonos estándares. En general presta servicios de comunicación -

voz, fax, aplicaciones de mensajes de voz - que son transportadas vía redes IP, Internet normalmente, en lugar de ser transportados vía la red telefónica convencional.

Este nuevo modelo de redes se basa en la presencia actual de las infraestructuras IP en los entornos corporativos de datos como son "TeleGeography, institución que registra el tráfico de llamadas por sistemas tradicionales y de IP, indica que durante 1998 fueron transportados 150 millones de minutos a través de redes IP. En 2003, pasó a los 24 mil millones de minutos"[Web2].

2. Datos de la Telefonía IP

La telefonía IP puede proveer sobre la misma red de datos de las empresas, correo electrónico, voz, llamada en espera, video, correo de voz, Internet, facilidad de configuración y mantenimiento.

Para hacer realidad estos avances es necesaria una infraestructura sólida para operar, por este canal es posible transferir muchas llamadas telefónicas, contrario a que tradicionalmente solo se podía realizar una sola llamada.

2.1 Conmutación: La Voz sobre IP (VoIP) es el resultado de la convergencia de la voz y datos en una misma red.

Las comunicaciones de voz se digitalizan en paquetes de datos bajo la norma del protocolo IP y éstos son transportados por redes de datos IP, públicas como la Internet o privadas (LAN-WAN).

“La VoIP por tanto no es en si mismo un servicio, sino una tecnología que permite y transportar tráfico de voz a partir de paquetes de datos sin necesidad de disponer de los circuitos conmutados convencionales PSTN¹ [Web1]. La conmutación de circuitos usa un canal exclusivo para una comunicación, mientras la conmutación de paquetes divide la comunicación en partes iguales y las envía junto a paquetes de otras comunicaciones por un mismo canal o por varios canales como se puede ver en la gráfica #1. De esta forma se logra una mayor eficiencia en el uso de los recursos de comunicación. Adicionalmente la comunicación de paquetes es digital.

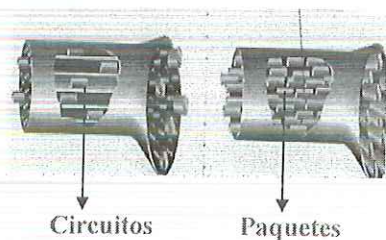


Fig. 1: Conmutación de circuitos Vs. Conmutación de paquetes [Web1].

2.2 Como Funciona: El proceso de Voz sobre IP (VoIP) es dependiente

¹ PSTN: (Public Switching Telephony Network). Circuito conmutado convencional

de la señal y de su transporte en el medio.

Un protocolo de señal como SIP se encarga de localizar usuarios, parámetros, modificaciones e iniciar o finalizar una sesión.

Los protocolos de transporte de medios como (RTP) Real Time Transport Protocol dirigen la porción de voz en una llamada: digitalizan, codifican y ordenan.

Los protocolos de redes como IP son envueltos en los paquetes de Voz sobre IP (VoIP) en el momento de ser transmitidos a los servidores apropiados.

Las llamadas Voz sobre IP (VoIP) pueden tener lugar entre las LAN y WAN, como si se tratara de una red interna.

2.3 Estándares Relacionados a la Tecnología Voz sobre IP (VoIP): H.323 y SIP.

2.3.1 Estándar H.323: Este es el estándar de la (ITU) International Telecommunications Union que los fabricantes deben cumplir para proveer servicios de Voz sobre IP.

Provee los requerimientos técnicos para la comunicación de voz sobre LAN en las que se asume no hay control de calidad de servicio.

2.3.1.1 Componentes del H.323: Unos de los principales componentes del estándar H.323 son los terminales, Gateway, Gatekeepers y Unidad de Conferencia Multipunto (MCU).

2.3.1.2 Terminales: Pueden ser teléfonos tradicionales (analógicos, Red Digital de Servicios Integrados,) computadoras personales con tarjeta de sonido, parlantes y micrófono o teléfonos IP.

Estos elementos proveen comunicaciones en tiempo real en dos vías.

Todos los terminales deben soportar H.245, Q.931, RAS² y RTP³.

2.3.1.3 Gateway: Common Gateway Interface es una interfaz al servidor Web que permite extender la funcionalidad de éste. Es la cantidad que provee comunicaciones en tiempo real en dos vías entre terminales H.323 en la red IP y otros terminales ITU⁴ en la red conmutada, o con otro gateway H.323.

2.3.1.4 Gatekeepers: Es el componente mas importante de un sistema H.323 ya que hace las funciones de un manager. Actúa como el punto central para todas las llamadas dentro de su zona y provee servicios a las entidades registradas. Algunos de los servicios son:

- Control de Admisiones
- Señalización de Llamadas
- Autorización de la Llamada
- Administración del Ancho de Banda

2.3.1.5 (MCU⁵): Administran conferencias multipartitas, es el elemento de la red que provee capacidad para que 3 o mas

² RAS: (Registration Admission Status). Registro de Autenticación y estado.

³ RTP: (Real Time Transport Protocol) Protocolo de transporte de medios, dirige la porción de voz en una llamada en tiempo real.

⁴ ITU-T: (International Telecommunications Union - Telecommunications). Unión Internacional de Telecomunicaciones - Telecomunicaciones.

⁵ MCU: Unidades de Conferencia Multipunto.

terminales y gateways participen en una conferencia multicompartita como se puede ver en la gráfica 2.

2.3.2 Estándar SIP⁶: Es el estándar de la IETF⁷ para el establecimiento de conexiones de Voz sobre IP (VoIP). Es el protocolo de control de la capa de aplicación para creación, modificación y terminación de sesiones con uno o más participantes.

2.3.2.1 Componentes del SIP: Unos de los principales componentes del SIP son los agentes del usuario y los servicios de red.

2.3.2.2 Agentes del Usuario: Es un sistema final actuando a favor del usuario. Hay dos partes: un cliente y un servidor.

La porción del cliente es llamada (UAC⁸) y la porción del servidor es llamada (UAS⁹).

2.3.2.3 Servicios de Red: Hay tres tipos de servidores dentro de una red (un servidor de registro, un servidor proxy, un servidor de redirección). Servicios que SIP Provee:

- Localización de Usuarios
- Establecimiento de una Llamada
- Disponibilidad del Usuario.
- Capacidades del Usuario.
- Manejo de la Llamada.

⁶ SIP: (Session Initiation Protocol). Protocolo de señal.

⁷ IETF: (Internet Engineering Task Force). Para el establecimiento de conexiones VoIP.

⁸ UAC: Agente de Usuario Cliente, es usado para iniciar una solicitud SIP.

⁹ UAS: Agente de Usuario Servidor, es usado para recibir solicitudes y retomar respuestas a favor del usuario.

2.4 Network Brain Exchange (NBX):

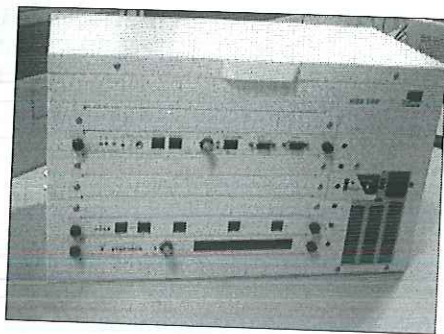


Fig. 2: NBX [Laboratorio de Telecomunicaciones UNAB].

Es un servidor de telefonía que se instala en la red de datos, es un sistema telefónico de Negocios Avanzados.

Suministra servicios de voz sobre la LAN Ethernet¹⁰ 10Mbps.

Suministra conectividad PC's a una LAN, si esta no existe.

Integra operaciones avanzadas tales como, Call Detail Reporting and Unified Messaging.

2.5 Teléfonos IP: Los teléfonos IP lucen como teléfonos normales, lo único que los diferencia a simple vista es que pueden tener muchos más botones, una pantalla de cristal líquido y que se conecta a un puerto UTP Cat-5. Estos teléfonos pueden ofrecer servicios como recepción y envío de correos electrónicos, identificador de llamadas, directorio, reloj, mensajes de eventos, llamada en espera, parlante, manos libres, transferencia de llamadas, teleconferencia en tiempo real y

¹⁰ Ethernet: Es la capa física más popular de la tecnología LAN usada actualmente.

videoconferencia en algunos modelos. Su principal fabricante es Cisco Systems® el cual ha vendido cerca de dos millones de teléfonos IP; también los hay de otras marcas como 3COM®.



Fig. 3: Teléfonos IP [Laboratorio de Telecomunicaciones UNAB].

3. Aplicaciones

“Debido a que la Voz sobre IP (VoIP) no es un servicio en sí mismo sino una tecnología”[Web1], muchos analistas la han definido como un término genérico que incluye la prestación de servicios usando el protocolo IP en tiempo real, multidireccional, que incluye, pero no se limita a servicios similares a la telefonía tradicional.

Adicionalmente “la regulación de un servicio no puede basarse en la

tecnología que se utiliza, pues esto chocaría con el principio de neutralidad tecnológica”[Web3]. Por lo tanto, la regulación debe fijar su atención en cómo servicios orientados a soluciones idénticas pero haciendo uso de tecnologías diferentes puedan competir en condiciones de igualdad por tratarse de productos sustitutos dentro de un mismo mercado.

Dadas las características técnicas de la Voz sobre IP (VoIP), la prestación de servicios de emergencia puede tener como efecto una disminución en la calidad del servicio como resultado de la independencia de localización del usuario, contrario a lo que sucede con la RTPC¹¹ donde el usuario tiene una dirección de origen.

En el caso de la VoIP el servicio puede ser prestado por medio de un Hotspot. Sin embargo se podría llegar a pensar en un servicio de emergencia similar al prestado por los operadores móviles, donde la identificación del usuario es posible, pero su ubicación geográfica puede ser solo aproximada.

Después de una profunda investigación y de un análisis de costos se cree conveniente realizar una investigación sobre la situación financiera de las empresas que seguramente según las estrategias de crecimiento ameritan este tipo de solución telefónica, estos entornos podrían ahorrar mucho dinero a las empresas; principalmente a las que tiene sedes en diferentes lugares del país.

Se estima que para dentro de 20 años, la telefonía será totalmente sobre IP, y que llegará hasta todos los hogares, con el fin de reducir los costos de las llamadas internacionales y nacionales satisfactoriamente.

¹¹ RTPC: Real Time Protocol Control

3.1 Correo Electrónico: Al tener una misma infraestructura tanto para datos como para voz, es posible enviar y recibir correos electrónicos mientras se está atendiendo una llamada, todo desde el mismo dispositivo. Por supuesto un teléfono IP no ofrece la misma facilidad para redactar un correo electrónico largo igual que en un PC, por lo que siempre va a ser necesario el PC.

3.2 Video: En una red de datos es posible realizar una videoconferencia entre dos sedes de una misma empresa que estén bajo la misma red. Esto significa ahorros significativos para la empresa la cual puede estar en diferentes lugares al mismo tiempo.

3.3 Correo de Voz: El servicio de correo de voz es preocupante para las empresas, ya que es un servicio prestado por proveedores de correo de voz los cuales pueden cobrar hasta US\$ 1.50 por Megabyte, en cambio que tener un servidor de correo de voz propio puede costar entre 3 y 4 centavos de dólar por Megabyte.

3.4 Ventajas de la Voz sobre IP (VoIP):

- Integración de la voz en su Intranet como un servicio más de su red, tal como otros servicios informáticos.
- El IP es el protocolo estándar universal para la Internet, Intranets y Extranets.
- Es un estándar efectivo, utilizado por todos los sectores de la Industria, de tal manera que se garantiza la compatibilidad futura.
- Conversión de la señal analógica a digital.

- Sirve como motor de desarrollo para el incremento de conexiones de banda ancha.

3.5 Desventajas de la Voz sobre IP (VoIP):

- El control de la Seguridad y la Intimidad se hace más complicado pero avances en este punto se encuentran en desarrollo.
- El aseguramiento de la calidad es también menos confiable pero al igual que en el punto anterior, el tema está en desarrollo.
- Se deben desarrollar nuevos estándares en cuanto a numeración e interconexiones de redes.

3.6 Empresas Relacionadas con el Estándar VoIP:

- *3Com Corporation y Siemens Public Communications Networks:* Integran una vía de acceso a Internet con el switch digital para producir el primer y único switch multi-servicio de la oficina central.
- *Cisco:* Optimiza línea de productos de acceso de múltiples servicios.
- *Motorola:* Su objetivo es minimizar los costos de las comunicaciones.

3.7 Resultados del laboratorio: En la siguiente gráfica se puede observar como se establece el enlace de comunicación entre los 2 teléfonos IP.

Unos de los principales resultados que dejó este laboratorio es la

integración LAN sin fisuras en este sistema empresarial el cual tiene una gestión muy sencilla basada en la Web.

Es una conexión única para Teléfono, NBX y Desktop la cual se encarga principalmente de:

Establecer la llamada:

- 1. Marca
- 2. Suena
- 3. Conversación



Fig. 4: Telefonía IP [Laboratorio de Telecomunicaciones UNAB].

En este laboratorio mostramos y demostramos como implementar soluciones realmente económicas de Voz sobre IP (VoIP).

Esta clase de telefonía es adaptable tanto a grandes como pequeñas empresas en pro de su economía.

4. Conclusiones

Voz sobre IP (VoIP) es una tecnología que tiene todos los elementos para su rápido desarrollo muestra de ello es que compañías como Cisco ya la han incorporado en su catalogo de productos.

La tecnología IP en este momento esta indicando una nueva etapa en la transmisión de voz, video y datos. Se reducirán los costos fijos de las empresas y será notoria una disminución fija en los costos de sus telecomunicaciones, ya que es más económico establecer una conexión vía Internet que por el tradicional servicio de teléfono.

La legislación sobre telefonía IP favorecerá a la mayor cantidad de gente posible en este país.

Existen diferentes tipos de operadores que sólo ofrecen conectividad IP no relacionados con la provisión de servicios disponibles al público (por ejemplo un proveedor de tránsito, un ISP...).

Un punto estratégicamente importante es el hecho de que las redes de los operadores de servicios públicos deben estar disponibles en caso de desastres, sin embargo la característica de ubicuidad de los servicios de Voz sobre IP (VoIP) no permitiría tal obligación.

5. Anexos

5.1 Glosario:

Ethernet: Es la capa física mas popular de la tecnología LAN usada actualmente.

GSM: Global System for Mobile communications (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles).

H.245: Es usado para permitir el uso de los canales.

H.323: Estándar de la ITU-T para voz y video conferencia interactiva en

tiempo real en redes de Área local, LAN e Internet.

HTTP: (Protocolo Cliente / Servidor).

IETF: (Internet Engineering Task Force). Para el establecimiento de conexiones VoIP.

IP: (Internet Protocol) Protocolo de redes.

ITU-T: (International Telecommunications Union - Telecommunications) Unión Internacional de Telecomunicaciones - Telecomunicaciones.

LAN: (Local Area Network) Red de Área Local.

MCU: Unidades de Conferencia Multipunto.

NBX: (Network Brain Exchange) Solución de 3Com a VoIP.

PSTN: (Public Switching Telephony Network). Circuito conmutado convencional

Q.931: Es requerido para la señalización y establecimiento de la llamada.

RAS: (Registration Admission Status). Registro de Autenticación y estado.

RDSI: Red Digital de Servicios Integrados.

RTP: (Real Time Transport Protocol) Protocolo de transporte de medios, dirige la porción de voz en una llamada en tiempo real.

SIP: (Session Intiation Protocol). Protocolo de señal.

TCP: (Transmisión Control Protocol). Protocolo de Control de Transmisión.

UAC: Agente de Usuario Cliente, es usado para iniciar una solicitud SIP.

UAS: Agente de Usuario Servidor, es usado para recibir solicitudes y retomar respuestas a favor del usuario.

VoIP: (Voice over IP) Voz sobre IP. Método de envío de voz por redes de conmutación de paquetes utilizando TCP / IP, tales como Internet.

WAN: (Wide Area Network) Red de Area Extendida.

Zona: Es el conjunto del gatekeeper y las entidades restringidas con él.

5.2 Figuras:

Fig. 1: Como se muestra en la figura numero uno la conmutación de circuitos Vs la conmutación de paquetes, se puede observar como se logra una mayor eficiencia en el uso de los recursos de comunicación.

Fig. 2: Como se muestra en la figura numero dos la NBX encargada de sministrar conectividad PC's a una LAN, si esta no existe.

Fig. 3: Como se muestra en la figura numero tres los teléfonos IP los cuales ofrecen servicios como recepción y envío de correos electrónicos, identificador de llamadas, directorio, reloj, mensajes de eventos, llamada en espera, parlante, manos libres, transferencia

de llamadas, tele conferencia en tiempo real y videoconferencia en algunos modelos.

Fig. 4: Como se muestra en la figura numero cuatro el resultado del laboratorio de 3Com sistema de telefonía LAN NBX.

6. Autores

Erika Caballero Barbosa.
Estudiante de séptimo semestre de la facultad de Ingeniería de sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).
Forma de contacto al correo: ecaballero@unab.edu.co.

Hugo Vecino Pico.
Profesor auxiliar de la facultad de ingeniería de sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).
Forma de contacto al correo: hvecino@unab.edu.co.

7. Referencias

[1]. HERNÁNDEZ. José Gregorio, Voz sobre IP. Universidad Autónoma de Bucaramanga, 2004.

[2]. REVISTA RED, "la comunidad de expertos en redes", Mayo de 2003.

[3]. MARSHALL. Perry, INDUSTRIAL ETHERNET, ISA, 2002.

[4]. PARKER. Tim, Aprendiendo TCP/IP en 14 días, Prentice hall hispanoamericana S.A, Naucalpan de Juárez, Estado de México, 1995.

[Web1]. Ministerio de Comunicaciones de Colombia. <http://www.recursovoip.com/b2/noticias.php?m=20041011>.

[Web2]. <http://www.recursovoip.com>

[Web3]. Ministerio de Comunicaciones de Colombia. (Foro publico VoIP Bogota-Septiembre 23 del 2004). <http://www.skyforums.com.ar/foro/showthread.php?t=16499>.

[Web4]. <http://www.monografias.com/trabajos3/voip/voip.shtml>.

[Web5]. <http://www.iies.es/teleco/publicac/publbit/bit109/quees.htm>

[Web6]. Periódico EL TIEMPO (Bogota - febrero 28/2005). http://enter.terra.com.co/ente_secc/e_e_actu/noticias/ARTI-CULO-WEB-1001940-1989589.html.

[Web7]. <http://www.orbitel.com.co/eoCont/03/030104g.asp?-hClick=0301>.

[Web8]. http://www.mincomunicaciones.gov.co/mincom/src/index.jsp?page=../mods/foro/foro_user_list&id=3.

[Web9]. <http://www.skyforums.com.ar/foro/showthread.php?t=16499>.

[Web10]. Instituto Colombiano de normas técnicas (ICONTEC), Normas técnicas para la presentación de documentos y trabajos de tesis, 1995.

[Web11]. <http://www.3com.com>.

[Web12]. <http://cisco.com>.

[Web13]. <http://www.ambosmedios.com/releases/2005/3/prweb220078.html>.

[Web14]. <http://www.itu.int/ITU-D/treg/VoIP-es.pdf>.