

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]

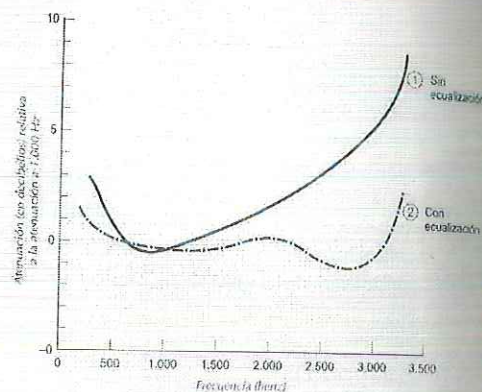


Figura 1 Curva correspondiente de atenuación para un canal de voz. Tomada de: William Stalling, "Comunicaciones y redes de computadoras", Prentice Hall, Capítulo 3, Pág. 84, 2004.

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]

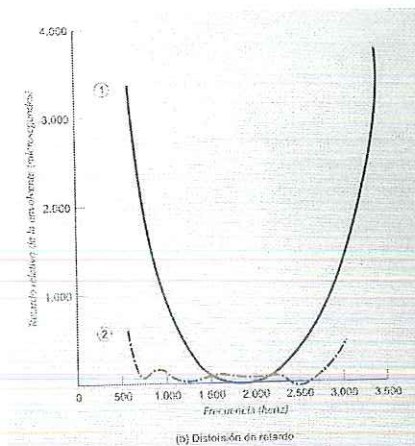


Figura 2 Curva correspondiente de distorsión por retardo para un canal de voz. Tomada de: William Stalling, "Comunicaciones y redes de computadoras", Prentice Hall, Capítulo 3, Pág. 84, 2004.

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]

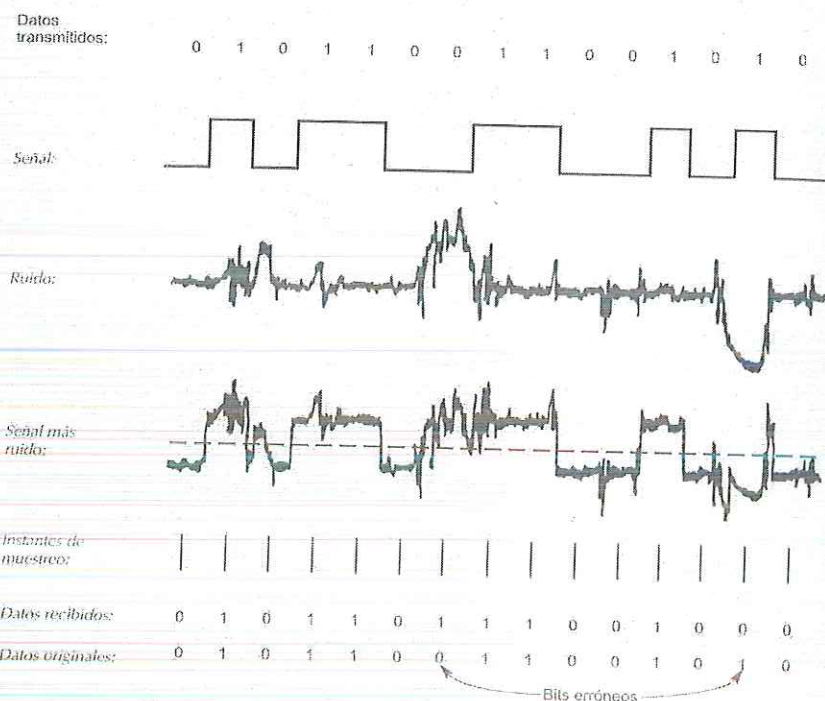


Figura 3 Efecto del ruido en una señal digital.
Tomada de: William Stallings, "Comunicaciones y redes de computadoras", Prentice Hall, Capítulo 3, Pág. 89, 2004.

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

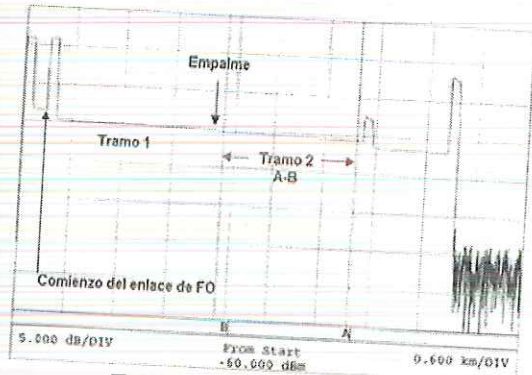


Tabla 6

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 Stalling, "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.