

Universidad de las Ciencias Informáticas

“Facultad 5”



**Título:** “La teoría de errores e incertidumbre aplicada a las  
Redes Informáticas”.

Trabajo de diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas

**Autor(a):** Yunetsy Ramirez Labrada

**Tutor(es):** MSc. Roberto Millet Luaces

Ing. Yaima Contino Matos

**Asesor:** MSc. Enrique Carrera Paz

**Ciudad de La Habana, junio 2010**

“Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución”

### DATOS DE CONTACTO:

#### Datos del Autor(a)

**Nombre:** Yunetsy Ramirez Labrada

**E-mail:** [yramirezl@estudiantes.uci.cu](mailto:yramirezl@estudiantes.uci.cu)

#### Datos del Tutor

**Nombre:** Roberto Millet Luaces

#### **Breve currículum:**

- Profesor de Matemática.
- Graduado de Ingeniero Eléctrico en 1986, en Universidad de Camagüey.
- Profesor Auxiliar
- MSc en Ciencias Matemáticas.
- Imparte docencia en universidades desde 1987.

**Ubicación:** UCI, Cuba.

**E-mail:** [milletp@uci.cu](mailto:milletp@uci.cu)

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro ser la única autora de la presente tesis y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_

Autor(a):

Yunetsy Ramirez Labrada

\_\_\_\_\_

Tutor:

MSc. Roberto Millet Luaces

\_\_\_\_\_

Tutor(a):

Ing. Yaima Contino Matos

\_\_\_\_\_

DEDICATORIA

*A mi papá, por ser la persona que más amo en el mundo.*

*Yunetsy*

### AGRADECIMIENTOS

*Mis primeros agradecimientos son para el profesor Millet, por ser el mejor tutor y amigo del mundo.*

*A mi mamá por quererme tanto y haberme convertido en la persona que soy.*

*A mi hermano por tener que aguantarme desde que soy una niña, te quiero mucho mi hermanito.*

*A Maceo por ser como un padre para mí, dándome siempre amor y malcriándome mucho, gracias a ti, eres una persona especial en mi vida y quiero que lo sepas.*

*A todos mis primos y tíos, que son un montón que si los nombro a todos no me quedan hojas para la tesis, pero en especial a mi tía Mirta por ser mi segunda madre.*

*A mis abuelitas, a ellas les debo quien soy hoy, siempre comprensivas y llenas de amor para dar.*

*A todos mis compañeros que han estado conmigo en el transcurso de estos 5 años.*

*Y por último y no menos importante, a todo mis amigos, a Dolly, Jessica, Dania, Mileidi y Frank, por ser las personitas que siempre están a mi lado ya sea en las buenas o malas, ustedes son lo mejor que me ha pasado en este mundo, son personas muy especiales, los quiero mucho.*

### **RESUMEN:**

En la Universidad de las Ciencias Informáticas la trasmisión de información constituye uno de los aspectos fundamentales de la carrera, en particular las redes de datos. Las mismas constituyen un "denominador común" entre todos los usuarios, por lo que se hace necesario verificar su funcionamiento, precisamente la teoría de la incertidumbre es capaz de corregir en gran medida lo planteado.

En esta investigación se realiza un estudio y análisis de cada uno de los componentes de hardware de las redes de datos. Se logra aplicar la teoría de errores e incertidumbre al análisis de las señales de transmisión que pasan por el cableado. Estas fueron realizadas en ambientes interiores del docente 5 de la Universidad de la Ciencias Informáticas (UCI).

Los resultados obtenidos con el mismo redundarán en mayor eficiencia para sus usuarios.

**Palabras Claves:** Redes de datos, componentes de hardware, señales de transmisión, teoría de errores, teoría de incertidumbre.

**INDICE**

**INTRODUCCIÓN..... 1**

**CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... 4**

**1.1- INTRODUCCIÓN..... 4**

**1.2- INCERTIDUMBRE..... 4**

    1.2.1- Categorías de Incertidumbre..... 4

    1.2.2- Fuentes de incertidumbre..... 5

    1.2.3- Tipos de Incertidumbres..... 5

    1.2.4- Métodos para evaluar la incertidumbre..... 6

    1.2.5- Error e Incertidumbre..... 6

**1.3- TEORÍA DE ERRORES..... 7**

    1.3.1- Clasificación de los errores..... 7

    1.3.2- Error Absoluto y Error Relativo..... 9

    1.3.3- Propagación de errores..... 9

    1.3.4- Importancia de la Teoría de Errores..... 9

**1.4- LÓGICA DIFUSA..... 9**

**1.5- REDES DE DATOS..... 10**

    1.5.1- Componentes de una red..... 10

    1.5.2- Clasificación de redes de datos según el alcance o tamaño..... 16

    1.5.3- Clasificación de redes de datos según la topología utilizada..... 17

    1.5.4- Clasificación de redes de datos según el tipo de transmisión utilizada..... 18

    1.5.6- Ethernet..... 18

    1.5.7- Modelos de referencia OSI y TCP/IP..... 19

        a)- Capa Física..... 20

        b)- Capa de Enlace..... 21

        c)- Capa de Red..... 21

        d)- Capa de Transporte..... 22

        e)- Capa de Aplicación..... 22

**1.6- TRANSMISIÓN DE DATOS..... 22**

    1.6.1- Representación de datos..... 22

    1.6.2- Categorías de la representación de datos..... 22

    1.6.3- Medio de transmisión de datos..... 23

    1.6.4- Codificación de señales de transmisión..... 23

    1.6.5- Transmisión simultánea de datos..... 23

    1.6.6- La conexión física..... 23

        a)- Canal de transmisión..... 23

        b)- Ondas electromagnéticas..... 24

        c)- Interferencia..... 24

        d)- Ancho de banda y capacidad..... 25

    1.6.7- Modos de transmisión..... 26

    1.6.8- Modos de transmisión caracterizados de acuerdo con la dirección de los intercambios: Conexiones Simplex, Half duplex y Full Duplex..... 27

    1.6.9- Transmisión analógica..... 28

    1.6.10- Transmisión digital..... 29

**1.7- SERIE DE FOURIER..... 30**

**1.8- HERRAMIENTAS Y MÉTODOS UTILIZADOS..... 31**

    1.8.1- MATLAB..... 31

    1.8.2- STATGRAPHICS..... 31

    1.8.3- MICROSOFT VISIO..... 32

    1.9.4- CONSULTA A EXPERTOS..... 32

a)- Experto. ....	33
<b>CAPÍTULO II: VINCULACIÓN TEÓRICA-PRÁCTICA. ....</b>	<b>34</b>
<b>2.1- INTRODUCCIÓN. ....</b>	<b>34</b>
<b>2.2- ANÁLISIS DEL DISEÑO DE LA RED DEL DOCENTE 5. ....</b>	<b>34</b>
<b>2.3- CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO DE TRABAJO ....</b>	<b>36</b>
<b>2.4- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LAS REDES DE DATOS. ....</b>	<b>37</b>
2.4.1- Tipos de errores más frecuentes en la red de datos del docente 5. ....	37
<b>2.5- TEORÍA DE INCERTIDUMBRE APLICADA A LAS REDES DE DATOS. ....</b>	<b>38</b>
2.5.1- Bit, byte y códigos ASCII ....	38
2.5.2- Base teórica de la comunicación entre datos. ....	41
a)- Análisis de Fourier. ....	41
b)- Señales de ancho de banda limitado. ....	42
c)- Tasa de datos máxima de un canal ....	47
<b>2.6- APLICACIÓN DEL MÉTODO DELPHI. ....</b>	<b>47</b>
2.6.1- Encuesta aplicada a expertos. ....	48
2.6.2- Resultados de la encuesta. ....	50
2.6.3 Análisis estadístico. ....	53
a)-Resumen estadístico de la consulta a expertos. ....	58
<b>CAPÍTULO III: PROPUESTA DE SOLUCIÓN. ....</b>	<b>60</b>
<b>3.1-INTRODUCCIÓN. ....</b>	<b>60</b>
<b>3.2-ANÁLISIS DE LA INCERTIDUMBRE Y LA TEORÍA DE ERRORES EN LAS REDES INFORMÁTICAS. ....</b>	<b>60</b>
3.2.1- Evaluación de los errores en los componentes de la red del docente 5. ....	60
3.2.2- Propagación de los errores e incertidumbre en las señales de transmisión. .	62
3.2.3-Análisis de la Propagación de los errores e incertidumbre en un subsistema del docente 5. ....	63
3.2.4-Análisis de Fourier en un subsistema del docente 5 sin tener en cuenta los errores de hardware. ....	66
b)- Análisis de Fourier del Segundo Armónico sin errores de hardware. ....	68
c)- Análisis de Fourier del Cuarto Armónico sin errores de hardware. ....	69
d)- Análisis de Fourier del Octavo Armónico sin errores de hardware. ....	70
3.2.5-Análisis de Fourier en un subsistema del docente 5 teniendo en cuenta los errores provocados en el hardware. ....	71
a)- Análisis de Fourier del Primer Armónico. ....	73
b)- Análisis de Fourier del Segundo Armónico. ....	74
c)- Análisis de Fourier del Cuarto Armónico. ....	75
3.2.6-Análisis de la incertidumbre. ....	77
3.2.7-Análisis de la Incertidumbre Estándar y Expandida. ....	78
<b>CONCLUSIONES. ....</b>	<b>84</b>
<b>RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>85</b>

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-Modelo de capas de OSI. ....	20
Ilustración 2-Modelo OSI y TCP/IP. ....	20
Ilustración 3-Canal de transmission .....	24
Ilustración 4-Onda electromagnética.....	24
Ilustración 5-Ancho de banda y capacidad del canal .....	26
Ilustración 6-Conexión simple .....	27
Ilustración 7-Conexión semidúplex .....	27
Ilustración 8-Conexión dúplex total .....	28
Ilustración 9-Transmisión analógica de datos analógicos .....	29
Ilustración 10-Transmisión digital.....	30
Ilustración 11-Diseño de la red del docente 5 .....	34
Ilustración 12-Red de dato del Docente5 .....	36
Ilustración 13-(a) Es una señal binaria y sus amplitudes de raíz cuadrada medida de Fourier. (b)- (e) Aproximaciones sucesivas de la señal. ....	45
Ilustración 14-Esquema de desarrollo del Método Delphi. ....	48
Ilustración 15-Gráfico de barras de la relación Redes de datos- teoría de errores54	
Ilustración 16-Gráfico de pastel de la relación Redes de datos- teoría de errores55	
Ilustración 17-Gráfico de barras de la relación Ancho de banda - Incertidumbre..56	
Ilustración 18-Gráfico de pastel de la relación Ancho de banda - Incertidumbre ..56	
Ilustración 19-Subsistema del docente 5.....	63

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1-La atenuación del cable categoría 5 a una distancia estándar de 100 metros.	13
Tabla 2-Diferentes categorías, teniendo en cuenta su ancho de banda y distancias máximas recomendadas sin sufrir atenuaciones que hagan variar la señal. ....	14
Tabla 3-Diferentes variantes de tecnología Ethernet según el tipo y el diámetro de los cables utilizados.....	19
Tabla 4-Código ASCII. ....	41
Tabla 5-Relación entre tasa de datos y armónicas. ....	47
Tabla 6-Cuestionario.....	50
Tabla 7-Resultados de la encuesta.....	51
Tabla 8-Matriz Booleana.....	52
Tabla 9-Tabla de poder.....	53
Tabla 10-Discretización del Primer Armónico sin errores de hardware. ....	67
Tabla 11-Discretización del Segundo Armónico sin errores de hardware.....	68
Tabla 12-Discretización del Cuarto Armónico sin errores de hardware. ....	69
Tabla 13-Discretización del Octavo Armónico sin errores de hardware.....	70
Tabla 14-Discretización del Primer Armónico con los errores. ....	73
Tabla 15-Discretización del Segundo Armónico con los errores.....	74
Tabla 16-Discretización del Cuarto Armónico con los errores. ....	75
Tabla 17-Discretización del Octavo Armónico con los errores de hardware. ....	76
Tabla 18- Parámetros de la estadística descriptiva. ....	78
Tabla 19-Análisis estadístico de los armónicos.....	79
Tabla 20-Cálculo de las incertidumbres expandidas. ....	80

## INTRODUCCIÓN

Se está viviendo en una sociedad donde cada día se hace más evidente los crecientes adelantos científicos y en buena medida, uno de los más utilizados son las computadoras.

Se conoce que ningún país puede desarrollarse hoy de espaldas a las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), las cuales han significado una verdadera revolución en la evolución de la humanidad, Cuba no es la excepción.

La comunicación constituye un factor importante para lograr el éxito, en la mayoría de las redes es el mayor problema, pues los sistemas tradicionales de comunicación resultan deficientes, aunque en la actualidad se ha logrado en gran medida dar solución a lo anteriormente planteado a través de las nuevas tecnología.

Los humanos, como seres comunicativos, comprendieron rápidamente porqué sería útil conectar equipos entre sí para intercambiar información, y de esta genial idea surgieron las redes informáticas.

Una red informática es un conjunto de equipos, computadoras y/o dispositivos conectados por medio de cables, señales, ondas o cualquier otro método de transporte de datos, que comparten información, recursos y servicios entre otros.

Con el desarrollo de las tecnologías y la complejidad de las redes, resulta necesario buscar vías que permitan minimizar los errores y verificar el buen funcionamiento de estos equipos.

Tener instalada una red proporciona las siguientes ventajas: mayor facilidad en la comunicación entre usuarios, reducción del presupuesto para software y hardware, mejoras en la administración de los equipos y programas.

Estos conceptos son ambiguos, y su contenido se analiza en el campo de la teoría de los conjuntos borrosos o difusos, que surge como una nueva forma de representar la imprecisión y la incertidumbre, precisamente, esto constituye el núcleo fundamental de lo tratado en esta investigación.

Situaciones de incertidumbre, ambigüedades, aproximaciones y percepciones, son habituales en el mundo real y en la vida cotidiana. Estas situaciones, no necesariamente afectan la calidad de vida de las personas, por el contrario, en ocasiones simplifican las cosas.

En la Universidad de las Ciencias Informáticas la transmisión de información constituye uno de los aspectos fundamentales, en particular las redes de datos, las cuales crean un "denominador común" entre todos los usuarios, por lo que se hace necesario verificar el funcionamiento de las mismas, precisamente la teoría de la incertidumbre vinculada a la teoría de errores es capaz de remediar en gran medida la problemática planteada, esto muestra la necesidad de realizar un estudio profundo en

el campo de las redes informáticas y más específicamente en las redes de datos, las cuales proporcionarán una mayor eficiencia para los usuarios.

## **Problema científico.**

¿Cómo detectar errores e Incertidumbre en las redes informáticas?

## **Objeto de estudio.**

Proceso de análisis de la incertidumbre y teoría de errores en redes Informáticas.

## **Objetivo general.**

Analizar los errores y la incertidumbre en las redes informáticas, en un entorno de la UCI.

## **Campo de acción.**

Aplicación de la incertidumbre y teoría de errores en el análisis de las redes de datos del Docente 5.

## **Tareas Investigativas:**

- Revisión de las fuentes bibliográficas del tema para determinar el estado del arte.
- Aplicación de elementos de la consulta a expertos para validar la investigación realizada mediante el método Delphi.
- Consolidación de los contenidos relacionados con las redes informáticas y las redes de datos para su investigación.
- Aplicación de los contenidos relacionados con la teoría de errores e incertidumbre en las redes de datos.
- Aplicación de los software que se utilizarán: MatLab, Statgraphics, Visio.
- Análisis de los errores y la incertidumbre en las redes informáticas, en áreas de trabajo de la UCI.

Para la realización de este documento se utilizan los métodos científicos que se enuncian a continuación:

### **Métodos Teóricos.**

Analítico-sintético: fue utilizado para el desglose de la información en las diferentes áreas de importancia según los objetivos de la investigación, para facilitar su estudio, tales como las redes informáticas, teoría de la Incertidumbre, lógica difusa y teoría de errores; con el objetivo de integrar esa información a los aspectos más relevantes de esta investigación.

Análisis histórico-lógico: fue utilizado para el estudio de la evolución y desarrollo histórico de la teoría de incertidumbre, teoría de errores, lógica difusa redes informáticas y conceptos afines para caracterizar la evolución de la funcionalidad de los métodos existentes.

Inductivo deductivo: fue utilizado para obtener análisis generales de las redes a partir de casos particulares.

### **Métodos Empíricos.**

Consulta de expertos: fue utilizado para obtener el criterio de los especialistas para guiar la investigación por el camino correcto.

Encuesta: fue utilizada para aplicar el método Delphi de la consulta de expertos para obtener información relevante para los objetivos de la investigación.

## CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

### 1.1- INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se tratarán aspectos y conceptos que permitirán la comprensión del contenido a desarrollar en la investigación, entre los que se destacan los relacionados con la teoría de errores, incertidumbre, lógica difusa y redes de datos. Además, se realiza un análisis de las características de los software y métodos que se utilizarán para el desarrollo del tema a investigar.

### 1.2- INCERTIDUMBRE.

La palabra incertidumbre significa duda o indecisión, situación en la cual no se conoce completamente la probabilidad de que ocurra un determinado evento. Puede derivarse de una falta de información o incluso porque exista desacuerdo sobre lo que se sabe o lo que podría saberse. Puede tener varios tipos de origen, desde errores cuantificables en los datos, hasta terminología definida de forma ambigua o previsiones inciertas del comportamiento humano.

La incertidumbre puede, por lo tanto, ser representada por medidas cuantitativas, como un rango de interferencia existente en una red de datos, o por afirmaciones cualitativas, por ejemplo, al reflejar el juicio de un grupo de expertos.

Existe un ambiente de incertidumbre cuando falta el conocimiento seguro y claro respecto del desenlace o consecuencias futuras de alguna acción o situación.

La incertidumbre ( $u$ ) es un parámetro asociado al resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que razonablemente pueden atribuirse a una magnitud particular. Esta dispersión de valores es debido a la existencia de errores producidos en las distintas fases en las que se divide el proceso de medida y que están originados por diversos factores de variabilidad. (1)

#### 1.2.1- Categorías de Incertidumbre.

La incertidumbre puede manifestarse de diversas formas y ser provocada por diferentes causas, pero a grandes rasgos se pueden reconocer tres grandes categorías de incertidumbre:

- Provocada por información o conocimiento impreciso.
- Provocada por información incompleta.
- Provocada por conceptos o palabras inexactas.

El primer caso se refiere al hecho de tener que hacer inferencias a partir, por ejemplo, de datos de los cuales no se está completamente seguro, por errores de medición, de transmisión; o de relaciones de causalidad no totalmente seguras, un conjunto de sistemas pueden ayudar a indicar un diagnóstico particular sin ser conclusivos.

El segundo caso es motivado porque simplemente no se tiene toda la información o resulta muy costoso obtenerla o considerarla.

El tercer caso refiere el hecho de tener que usar en la inferencia conceptos como Alto, Bajo, Bueno, Malo, Bien, Regular.

## 1.2.2- Fuentes de incertidumbre.

- Calidad o veracidad de la información.
- Lenguaje de representación de la información imprecisa.
- Información Incompleta.
- Agregación de información desde múltiples fuentes.
- Relaciones de causa-efecto no absolutas. (2)

Razones que dan lugar a las fuentes de incertidumbre:

Pereza: El listar el conjunto completo de antecedentes o consecuentes necesarios para garantizar una regla sin excepciones implica demasiado trabajo, y también sería muy difícil emplear las enormes reglas resultantes.

Ignorancia técnica: La ciencia no cuenta aún con una teoría completa del dominio.

Ignorancia práctica: Aun conociendo todas las reglas en ocasiones es improbable recopilar toda la información que requieren las reglas.

En el último caso, pueden aparecer este tipo de relaciones cuando los expertos son incapaces de establecer relaciones fuertes entre las premisas y las conclusiones.

## 1.2.3- Tipos de Incertidumbres.

Incertidumbre Estándar: incertidumbre del resultado de una medición expresada como una desviación estándar (raíz cuadrada positiva de la varianza  $\sigma = \sqrt{V(X)}$ ).

Incertidumbre Estándar Combinada: incertidumbre estándar del resultado de una medición cuando el resultado se obtiene a partir de los valores de algunas otras magnitudes, igual a la raíz cuadrada de una suma de términos, siendo estos términos las varianzas y las covarianzas de estas otras magnitudes ponderadas de acuerdo a cómo el resultado de la medición varía con respecto a cambios de estas magnitudes.

Incertidumbre Expandida o Total: cantidad que define un intervalo alrededor de una medición del que se puede esperar que abarque una fracción grande de la distribución de valores que razonablemente pudieran ser atribuidos al mensurando. Se simboliza por:

$$U = K\mu_c(y)$$

Dónde:

$y$ : argumento determinado.

$\mu_c$ : incertidumbre estándar.

$K$ : factor de cobertura, cuyo valor se elige en función del nivel de confianza requerido en un intervalo ( $y - \mu_c \leq Y \leq y + \mu_c$ ), donde  $Y$  representa el mensurando, es decir el modelo matemático.

$K$  puede tomar un valor comprendido entre 2 y 3

Para:

$K=2$ , nivel de confianza del 95%.

$K=3$ , nivel de confianza del 99%.

#### **1.2.4- Métodos para evaluar la incertidumbre.**

Esta clasificación es sólo para indicar posteriormente las dos diferentes maneras de evaluar componentes de incertidumbre. No significa que exista alguna diferencia en la naturaleza de los componentes que resultan de cada uno de los dos tipos de evaluación.

Ambos tipos de evaluación están basados en distribuciones de probabilidad y las componentes de incertidumbre resultantes de cualquier tipo son cuantificadas por varianzas y desviaciones estándar.

Evaluación Tipo A: Método para evaluar la incertidumbre mediante el análisis estadístico de una serie de observaciones. (4)

Evaluación Tipo B: Método para evaluar la incertidumbre por otro medio que no sea el análisis estadístico de una serie de observaciones. Los componentes se caracterizan mediante las cantidades, las cuales pueden ser consideradas como aproximaciones, cuya existencia se supone. (5)

#### **1.2.5- Error e Incertidumbre.**

El error se define como “la diferencia entre el resultado obtenido y el valor verdadero del mensurando”. La incertidumbre y el error están relacionados entre sí ya que la incertidumbre debe considerar todas las posibles fuentes de error del proceso de medida. De todas formas, hay importantes diferencias entre ambos conceptos, por ejemplo, puede darse el caso de que un resultado tenga un error

despreciable ya que, por casualidad, este resultado puede estar muy próximo al valor considerado verdadero. (6)

### 1.3- TEORÍA DE ERRORES.

El concepto de error tiene un significado diferente del uso habitual de este término. Es usual el empleo del término error como análogo o equivalente a equivocación. En ciencia e ingeniería, el error está más bien asociado al concepto de incerteza en la determinación del resultado de una medición. Precisamente, lo que se procura en toda medición es conocer las cotas o límites probabilísticos de estas incertezas.

Cuanto más precisa sea esta información, más ajustadas a la realidad podrán ser las descripciones y predicciones de las correspondientes teorías. Dicha información está constituida por un conjunto de datos o mediciones. Consecuentemente, uno de los objetivos del proceso científico es proyectar experimentos e instrumentos que permitan medir, con la mayor aproximación posible, las constantes y las magnitudes implicadas en los procesos que se investigan.

Cuando se mide una cantidad, ya directa o indirectamente, la medida que se obtiene no es necesariamente el valor exacto de tal medida, ya que el resultado obtenido estará afectado por errores debidos a multitud de factores. Algo en apariencia tan sencillo como cronometrar el período del péndulo en el apartado anterior sufrirá errores debidos a la precisión del cronómetro, los reflejos del cronometrador, las corrientes de aire, el número de medidas efectuadas entre otros errores que se propagarán a cualquier cantidad derivada de ésta que queramos determinar. (7)

El resultado de toda medición siempre tiene cierto grado de incertidumbre debido a que en todo proceso de medición existen limitaciones dadas por los instrumentos usados, el método de medición, el observador que realizan la medición. Es por ello que para tener una idea correcta de la magnitud con la que se está trabajando, es indispensable establecer los límites entre los cuales se encuentra el valor real de dicha magnitud, la Teoría de Errores establece estos límites.

De acuerdo con lo expresado precedentemente, se tiene que cada vez que se efectúe el conjunto de operaciones requeridas para medir una determinada magnitud, se obtendrá un número que solamente en forma "aproximada" representa la medida buscada. Por lo tanto, cada resultado de una medición está afectado por un cierto error.

#### 1.3.1- Clasificación de los errores.

Los errores no siguen una ley determinada y su origen está determinado por múltiples causas, las cuales para su mejor entendimiento se pueden clasificar en grandes grupos, dentro de los cuales se encuentran los errores sistemáticos y errores accidentales.

EL primero de estos errores es aquel que es constante a lo largo de todo el proceso. Entre las causas más probables de este tipo de error están las siguientes:

Errores instrumentales: Son provocados por equipo defectuoso o sin calibrar.

Error personal: Este es, en general, difícil de determinar y es debido a limitaciones de carácter personal. Depende de la experiencia y cuidado del operador en las manipulaciones físicas que efectuó.

Error de la elección del método: Son los más graves de un análisis. Corresponde a una elección inadecuada del método a utilizar. Solo pueden corregirse en caso de que se encuentre su origen.

El segundo tipo de errores es aquel que se produce en las pequeñas variaciones que aparecen entre mediciones sucesivas realizadas por un mismo operador. Las causas fundamentales de estos errores son incontrolables para un observador. En su mayoría son de magnitud muy pequeña y para un gran número de mediciones se obtienen tantas desviaciones positivas como negativas. Aunque con los errores accidentales no se pueden hacer correcciones para obtener valores más concordantes con el real, si se emplean varios métodos estadísticos se puede llegar a algunas conclusiones relativas al valor más probable en un conjunto de mediciones.

Dentro de los errores más comunes se encuentran:

Error de redondeo: se origina por el hecho de que una computadora sólo puede representar un número finito de términos. Para expresar una cantidad con un desarrollo decimal infinito, se tiene que prescindir de la mayoría de ellos; o sea, se presenta y se opera el número con menos cifras de las que realmente posee.

El error aleatorio: es aquel error que se produce independientemente de los sucesos únicos imposibles de controlar durante el proceso de medición. Se contrapone al concepto de error sistemático.

Según el origen de los errores existen diferentes clasificaciones. Dentro de los más comunes se encuentran:

Error de apreciación: es una inexactitud o equivocación al percibir con los sentidos y la mente un determinado fenómeno o evaluar determinada situación o problema.

Error Inherente: es la diferencia que existe entre un modelo existente y el modelo real.

Atendiendo a las condiciones del medio uno de los errores más evidenciados son:

Error de posición: es la inadecuada ubicación de un determinado medio u objeto, para un uso óptimo del mismo.

## 1.3.2- Error Absoluto y Error Relativo.

Para el trabajo práctico es necesario emplear medidas cuantitativas de los errores. Para ello se utilizan los términos de Error Absoluto y Error Relativo. Si al realizar una medición obtenemos un valor de medida  $X$  y su valor verdadero es  $X_0$ , entonces se conoce como error absoluto en dicha medida, a la diferencia:  $\Delta X = X - X_0$ ; donde en general se supone que  $|\Delta X| \ll |X_0|$ . Este error nos da una medida de la desviación, en términos absolutos respecto al valor verdadero. En ocasiones nos interesa además resaltar la importancia relativa de esa desviación y para esto se usa el error relativo. Este otro error se define como el cociente entre el error absoluto y el valor verdadero:  $\varepsilon = \Delta X / X_0$  en forma porcentual se expresará multiplicado por cien. Cuando indiquemos el valor de una medida, tendremos que indicar siempre el grado de incertidumbre de la misma, para lo que acompañaremos el resultado de la medida del error absoluto de la misma, expresando el resultado en la forma:  $x \pm \Delta x$ . El error absoluto dado el significado de cota de imprecisión que tiene no debe tener más de dos cifras significativas, admitiéndose por convenio, que el error absoluto sólo puede darse con dos cifras significativas si la primera de ellas es un número 1, o si siendo la primera un número 2, la segunda no llega 5. (8)

## 1.3.3- Propagación de errores.

Se origina debido a que se trabaja con valores que anteriormente tenían cotas de errores, evidentemente, el valor final se verá afectado. Cuando se realizan operaciones con números aproximados, sus errores aparecen reflejados en el error del número resultante. Este efecto de transmisión del error de un número a otro, puede ser mayor o menor en dependencia de las operaciones y el orden en que se realicen, y se le conoce con el nombre de propagación del error. (9)

## 1.3.4- Importancia de la Teoría de Errores.

En el campo de la informática el análisis de los errores atendiendo a su clasificación es de mucho interés, ya que la correcta aplicación optimiza los resultados de una investigación o perfecciona el trabajo en la utilización de los medios de cómputo. Y en caso específico de las redes de datos desempeña un papel fundamental en el análisis de los errores, ya que nos permitirá validar un mejoramiento de las mismas, que a su vez contribuirá en gran medida a los usuarios involucrados en el tema.

## 1.4- LÓGICA DIFUSA.

La teoría clásica de conjuntos, solo contempla la pertenencia o no pertenencia de un elemento a un conjunto, sin embargo, la teoría de conjuntos difusos contempla la pertenencia parcial de un elemento

a un conjunto, es decir, cada elemento presenta un grado de pertenencia a un conjunto difuso que puede tomar cualquier valor entre 0 y 1.

La lógica difusa se utiliza para representar la información imprecisa, ambigua, o vaga. Permite realizar operaciones en los conceptos que están fuera de las definiciones de la lógica booleana.

Reconoce valores verdaderos y falsos más que simples. Con la misma, los subconjuntos se pueden representar con grados de la verdad y de la falsedad.

Utiliza expresiones que no son totalmente ciertas, ni completamente falsas, es decir, es aplicada a conceptos que pueden tomar un valor cualquiera de veracidad dentro de un conjunto de valores que oscilen entre dos extremos, la verdad absoluta y la falsedad total. Conviene recalcar que lo que es difuso, borroso, impreciso o vago no es la lógica en sí, sino el objeto que estudia.

La lógica tradicional queda incorporada como un caso particular de la lógica continua a difusa. En este sentido, podría decirse que la lógica difusa es una extensión de un sistema preciso de representación para incluir la vaguedad y la incertidumbre, donde la vaguedad ya no es el límite de la precisión. (10)

### 1.5- REDES DE DATOS.

Se denomina red de datos a aquellas infraestructuras o redes de comunicación que se ha diseñado específicamente para la transmisión de información mediante el intercambio de datos, se diseñan y se construyen en arquitecturas que pretenden servir a sus objetivos de uso y se clasifican de acuerdo con su tamaño, la distancia que cubre y su arquitectura física. (11)

Las redes de datos, tiene como objetivos:

- Compartir recursos, equipos, información y programas que se encuentran localmente o dispersos geográficamente.
- Brindar confiabilidad a la información, disponiendo de alternativas de almacenamiento.
- Obtener una buena relación coste / beneficio.
- Transmitir información entre usuarios distantes de la manera más rápida y eficiente posible.

#### 1.5.1- Componentes de una red.

##### Servidor:

Una computadora en la que se ejecuta un programa que realiza alguna tarea en beneficio de otras aplicaciones llamadas clientes, tanto si se trata de un ordenador central, un miniordenador, un ordenador personal o un sistema integrado; sin embargo, hay computadoras destinadas únicamente a

proveer los servicios de estos programas: estos son los servidores por antonomasia. Esta ejecuta el sistema operativo de red y ofrece los servicios de red a las estaciones de trabajo.

## **Estaciones de Trabajo ( workstation):**

Es un microordenador de altas prestaciones destinado para trabajos técnicos o científicos, que facilita a los usuarios el acceso a los servidores y periféricos de la red. A diferencia de una computadora aislada, tiene una tarjeta de red y está físicamente conectada por medio de cables u otros medios no guiados con los servidores. Cuando una computadora se conecta a una red, la primera se convierte en un nodo de la última y se puede tratar como una estación de trabajo o cliente. Tarjetas o Placas de Interfaz de Red: toda computadora que se conecta a una red necesita de una tarjeta de interfaz de red (Network Interface Card, NIC) que soporte un esquema de red específico. En la mayoría de los casos se adapta en la ranura de expansión de la computadora, aunque algunas son unidades externas que se conectan a la misma a través de un puerto serial o paralelo.

**Recursos y Periféricos Compartidos:** entre los recursos compartidos se incluyen los dispositivos de almacenamiento ligados al servidor, las unidades de discos ópticos, las impresoras, los trazadores y el resto de equipos que puedan ser utilizados por cualquiera en la red.

## **Equipos de interconexión:**

### **1. Concentradores (Hubs).**

El término concentrador o hub describe la manera en que las conexiones de cableado de cada nodo de una red se centralizan y conectan en un único dispositivo. Se suele aplicar a concentradores Ethernet, Token Ring, y Fiber Distributed Data Interface (FDDI) soportando módulos individuales que concentran múltiples tipos de funciones en un solo dispositivo.

### **2. Repetidores.**

El repetidor es un elemento que permite la conexión de dos tramos de red, teniendo como función principal regenerar eléctricamente la señal, para permitir alcanzar distancias mayores, manteniendo el mismo nivel de la señal a lo largo de la red. De esta forma, se puede extender teóricamente la longitud de la red hasta el infinito. (7)

Un repetidor interconecta múltiples segmentos de red en el nivel físico del modelo de referencia OSI.

### **3. Puentes (Bridges).**

Son elementos inteligentes, constituidos como nodos de la red, que conectan entre sí dos subredes, transmitiendo de una a otra el tráfico generado no local. Al distinguir los tráficos locales y no locales,

estos elementos disminuyen el mínimo total de paquetes circulando por la red por lo que, en general, habrá menos colisiones y resultará más difícil llegar a la congestión de la red.

#### **4. Encaminadores (Routers).**

Son dispositivos inteligentes que trabajan en el Nivel de Red del modelo de referencia OSI, por lo que son dependientes del protocolo particular de cada red. Envían paquetes de datos de un protocolo común, desde una red a otra.

Convierten los paquetes de información de la red de área local, en paquetes capaces de ser enviados mediante redes de área extensa.

#### **5. Pasarelas (Gateways).**

Estos dispositivos están pensados para facilitar el acceso entre sistemas o entornos soportando diferentes protocolos. Operan en los niveles más altos del modelo de referencia OSI (Nivel de Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación) y realizan conversión de protocolos para la interconexión de redes con protocolos diferentes de alto nivel.

#### **6. Conmutadores (Switches).**

Los conmutadores tienen la funcionalidad de los concentradores, a los que añaden la capacidad principal de dedicar todo el ancho de banda de forma exclusiva a cualquier comunicación entre sus puertos. Esto se consigue debido a que el conmutador no actúa como repetidor multipuerto, sino que únicamente envía paquetes de datos hacia aquella puerta a la que van dirigidos. (12)

#### **Medios de transmisión:**

El medio de transmisión es el lugar por donde se transporta la información en la red en forma de bits. Se clasifican básicamente por su ancho de banda y tasa de error. Estos factores determinan la velocidad de transmisión. (13)

##### **1. El cable par trenzado.**

Este cableado es utilizado en redes como un medio de transmisión bruto, el cual cumple la función de trasladar bits (datos) de un lugar a otro, existen varios tipos de cables con los cuales se puede efectuar la transmisión de datos, dependiendo del cableado utilizado se maneja la topología de la red y sus componentes.

##### **Categorías de cables pares trenzado**

- Cable de par trenzado no apantallado (Unshielded Twisted Pair, UTP).

Es el cable par trenzado más simple y empleado sin ningún tipo de pantalla adicional y con una impedancia característica de 100 Ohms.

### Categorías del cable UTP:

- Categoría 1: Está especialmente diseñado para redes telefónicas, es el típico cable empleado para teléfonos por las compañías telefónicas. Alcanzan como máximo velocidades de hasta 4 Mbps.
- Categoría 2: De características idénticas al cable de categoría 1.
- Categoría 3: Es utilizado en redes de ordenadores de hasta 16 Mbps. de velocidad y con un ancho de banda de hasta 16 MHz.
- Categoría 4: Está definido para redes de ordenadores tipo anillo como Token Ring con un ancho de banda de hasta 20 MHz y con una velocidad de 20 Mbps.
- Categoría 5: Es un estándar dentro de las comunicaciones en redes LAN. Es capaz de soportar comunicaciones de hasta 100 Mbps, con un ancho de banda de hasta 100 MHz. Este tipo de cable es de 8 hilos, es decir cuatro pares trenzados.

<b>Velocidad de transmisión de datos</b>	<b>Nivel de atenuación</b>
<b>4 Mbps</b>	13 dB
<b>10 Mbps</b>	20 dB
<b>16 Mbps</b>	25 dB
<b>100 Mbps</b>	67 dB

Tabla 1-La atenuación del cable categoría 5 a una distancia estándar de 100 metros.

- Categoría 5e: Es una categoría 5 mejorada. Minimiza la atenuación y las interferencias. No tiene estandarizadas las normas, aunque si esta diferenciada por los diferentes organismos.
- Categoría 6: No está estandarizada aunque ya se está utilizando. Se definirán sus características para un ancho de banda de 250 MHz.
- Categoría 7: No está definida y mucho menos estandarizada. Se definirá para un ancho de banda de 600 MHz. El gran inconveniente de esta categoría es el tipo de conector seleccionado que es un RJ-45 de 1 pin.

Ancho de banda	100 KHz	1 MHz	20 MHz	100 MHz
En categoría 3	2 km	500 m	100 m	No existe
En categoría 4	3 km	600 m	150 m	No existe
En categoría 5	3 km	700 m	160 m	100 m

Tabla 2-Diferentes categorías, teniendo en cuenta su ancho de banda y distancias máximas recomendadas sin sufrir atenuaciones que hagan variar la señal.

- Cable de par trenzado apantallado (Kshielded Twisted Pair, STP).

En este tipo de cable, cada par va recubierto por una malla conductora que actúa como pantalla frente a interferencias y ruido eléctrico. Su impedancia es de 150 Ohm.

- Cable de par trenzado con pantalla global (Foiled Twisted Pair, FTP).

El cableado tipo FTP está diseñado para las transmisiones de datos a alta velocidad dentro de las redes de área local.

### 2. Cable coaxial.

Es utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia, que posee dos conductores concéntricos, uno central, llamado vivo, encargado de llevar la información, y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla o blindaje, que se utiliza como referencia de tierra y retorno de las corrientes.(14)

#### Clasificaciones del cable coaxial.

- Dependiendo del grosor:
  - Cable coaxial delgado (Thin coaxial): El RG-58 es un cable coaxial delgado que es menos grueso que el otro tipo de cable coaxial, debido a esto, es menos rígido y más fácil de instalar.
  - Cable coaxial grueso (Thick coaxial): Los RG8 y RG11 son cables coaxiales gruesos que permiten una transmisión de datos de mucha distancia sin debilitarse la señal, pero el problema es que, un metro de cable coaxial grueso pesa hasta medio kilogramo, y no puede doblarse fácilmente.
- Dependiendo de su banda:
  - Banda base: Es el normalmente empleado en redes de ordenadores, con una resistencia de 50 Ohm, por el que fluyen señales digitales.

- Banda ancha: Mueve señales analógicas, posibilitando la transmisión de gran cantidad de información por varias frecuencias, y su uso más común es la televisión por cable.

### 3. Fibra Óptica.

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en datos. Es un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el núcleo de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total.<sup>(15)</sup>

Son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad ya que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio-frecuencia. No conducen señales eléctricas, conducen rayos luminosos; por lo tanto, son ideales para incorporarse en cables sin ningún componente conductivo y pueden usarse en condiciones peligrosas de alta tensión.

#### Clasificaciones de fibra óptica.

- Fibra multimodal.

Viajan varios rayos ópticos reflejándose a diferentes ángulos, los diferentes rayos ópticos recorren diferentes distancias y se desfasan al viajar dentro de la fibra. Por esta razón, la distancia a la que se puede transmitir está limitada.

- Fibra multimodal con índice graduado.

El núcleo está hecho de varias capas concéntricas de material óptico con diferentes índices de refracción. El número de rayos ópticos diferentes que viajan es menor y, por lo tanto, sufren menos el severo problema de las multimoda

- Fibra monomodal.

Esta es la de menor diámetro y solamente permite viajar al rayo óptico central. No sufre del efecto de las otras dos, pero es más difícil de construir y manipular. Es también más costosa y permite distancias de transmisión mayores.

### 4. Enlaces Inalámbricos.

La comunicación inalámbrica (sin cables), es aquella en la que los extremos de la comunicación (emisor/receptor) no se encuentran unidos por un medio de propagación física, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio. En este sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal, entre los cuales encontramos: antenas, computadoras portátiles, PDA, teléfonos móviles entre otros.

En general, la tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica de uso libre o privado para transmitir entre dispositivos.

### Características según el rango de frecuencias utilizado para transmitir.

- Ondas de radio: las ondas electromagnéticas son omnidireccionales, así que no son necesarias las antenas parabólicas. La transmisión no es sensible a las atenuaciones producidas por la lluvia ya que se opera en frecuencias no demasiado elevadas.
- Microondas terrestres: se utilizan antenas parabólicas con un diámetro aproximado de unos tres metros. Tienen una cobertura de kilómetros, pero con el inconveniente de que el emisor y el receptor deben estar perfectamente alineados. Por eso, se acostumbra a utilizar en enlaces punto a punto en distancias cortas.
- Microondas por satélite: se hacen enlaces entre dos o más estaciones terrestres que se denominan estaciones base. El satélite recibe la señal (denominada señal ascendente) en una banda de frecuencia, la amplifica y la retransmite en otra banda (señal descendente). Cada satélite opera en unas bandas concretas. Las fronteras frecuenciales de las microondas, tanto terrestres como por satélite, con los infrarrojos y las ondas de radio de alta frecuencia se mezclan bastante, así que puede haber interferencias con las comunicaciones en determinadas frecuencias.
- Infrarrojos: se enlazan transmisores y receptores que modulan la luz infrarroja no coherente. Deben estar alineados directamente o con una reflexión en una superficie. No pueden atravesar las paredes.

### **1.5.2- Clasificación de redes de datos según el alcance o tamaño.**

Red de Área Local (LAN): Está limitada a la conexión de equipos dentro de un único edificio, oficina o campus, la mayoría son de propiedad privada.

Red de Área Metropolitana (MAN): Están diseñadas para la conexión de equipos a lo largo de una ciudad entera. Es una red que interconecta varias redes de área local LAN's, obteniendo como resultado una red mayor. Por ello, puede ser propiedad exclusivamente de una misma compañía privada, o puede ser una red de servicio público que conecte redes públicas y privadas.

Red de Área Extensa (WAN): Son aquellas que proporcionen un medio de transmisión a lo largo de grandes extensiones geográficas (regional, nacional e incluso internacional). Generalmente utilizan redes de servicio público y redes privadas, y que pueden extenderse alrededor de todo el mundo.

## 1.5.3- Clasificación de redes de datos según la topología utilizada.

**Bus:** Permite que todas las estaciones reciban la información que se transmite, una estación transmite y todas las restantes escuchan. Consiste en un cable con un terminador en cada extremo del que se cuelgan todos los elementos de una red. Todos los nodos de la red están unidos a este cable: el cual recibe el nombre de "Backbone Cable".

**Anillo:** Las estaciones están unidas unas con otras formando un círculo por medio de un cable común. El último nodo de la cadena se conecta al primero cerrando el anillo. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo. Con esta metodología, cada nodo examina la información que es enviada a través del anillo. Si la información no está dirigida al nodo que la examina, la pasa al siguiente en el anillo. La desventaja del anillo es que si se rompe una conexión, se cae la red completa.

**Estrella:** Los datos en estas redes fluyen del emisor hasta el concentrador, este realiza todas las funciones de la red, además actúa como amplificador de los datos. La red se une en un único punto, normalmente, con un panel de control centralizado, como un concentrador de cableado. Los bloques de información son dirigidos a través del panel de control central hacia sus destinos. Este esquema tiene una ventaja al tener un panel de control que monitorea el tráfico y evita las colisiones y una conexión interrumpida no afecta al resto de la red.

**Híbridas:** El bus lineal, la estrella y el anillo se combinan algunas veces para formar combinaciones de redes híbridas.(16)

- Anillo en Estrella: Esta topología se utiliza con el fin de facilitar la administración de la red. Físicamente, la red es una estrella centralizada en un concentrador, mientras que a nivel lógico, la red es un anillo.
- "Bus" en Estrella: El fin es igual a la topología anterior. En este caso la red es un "bus" que se cablea físicamente como una estrella por medio de concentradores.
- Estrella Jerárquica: Esta estructura de cableado se utiliza en la mayor parte de las redes locales actuales, por medio de concentradores dispuestos en cascada para formar una red jerárquica.

**Árbol:** Esta estructura se utiliza en aplicaciones de televisión por cable, sobre la cual podrían basarse las futuras estructuras de redes que alcancen los hogares. También se ha utilizado en aplicaciones de redes locales analógicas de banda ancha.

### 1.5.4- Clasificación de redes de datos según el tipo de transmisión utilizada.

Redes de difusión: Se comparte el mismo medio de transmisión entre todos los integrantes de la red. Cada mensaje, típicamente llamado “paquete”, emitido por una máquina es recibido por todas las otras máquinas de la misma red. Cada paquete dispone de la información de “Origen” y “Destino” y de esta manera se discrimina quien debe procesar cada mensaje. (17)

Redes punto a punto: Existen muchas conexiones entre pares individuales de máquinas. Para enviar mensajes hasta máquinas distantes, puede ser necesario pasar por varias máquinas intermedias. (18)

### 1.5.5- Conexiones que permiten la transferencia de datos entre dos computadoras.

Los datos pueden viajar a través de una interfaz en serie o paralelo, formada simplemente por una conexión física adecuada, como por ejemplo un cable.

Conexión directa: A este tipo de conexión se le llama transferencia de datos on – line. Las informaciones digitales codificadas fluyen directamente desde una computadora hacia otra, sin ser transferidas a ningún soporte intermedio.

Conexión a media distancia: Es conocida como conexión off-line. La información digital codificada se graba en un soporte magnético o en una ficha perforada y se envía al centro de proceso de datos, donde será tratada por una unidad central u host.

Conexión a gran distancia: Con redes de transferencia de datos, de interfaces serie y módems, se consiguen transferencia de información a grandes distancias.

### 1.5.6- Ethernet.

Es un estándar de transmisión de datos para redes de área local también conocido como estándar IEEE 802.3. Se basa en el siguiente principio:

Todos los equipos en una red Ethernet están conectados a la misma línea de comunicación compuesta por cables cilíndricos.

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

Tabla 3-Diferentes variantes de tecnología Ethernet según el tipo y el diámetro de los cables utilizados.

### 1.5.7- Modelos de referencia OSI y TCP/IP.

La estructura de red se basa en modelos de capas, interfaces y protocolos. Muchas arquitecturas basadas en capas partieron del modelo de referencia OSI y a partir de éste se generaron muchas otras arquitecturas como TCP/ IP y B-ISDN.

El modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection, Interconexión de Sistemas Abiertos) es un modelo de siete capas desarrollado por la Organización Internacional de Normas (ISO). (19)

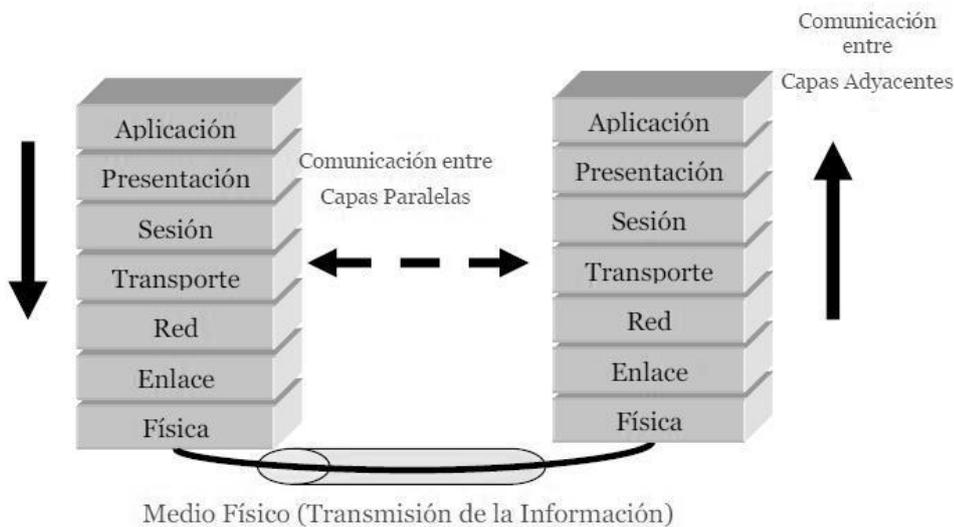
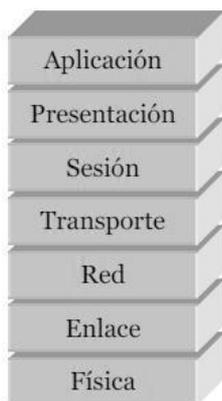


Ilustración 1-Modelo de capas de OSI.

Modelo ISO-OSI



Modelo TCP/IP

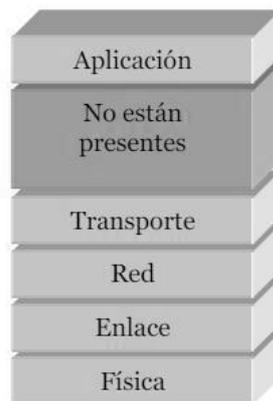


Ilustración 2-Modelo OSI y TCP/IP.

## a)- Capa Física.

Se encarga del transporte de los bits de un extremo al otro del medio de transmisión. Debe asegurarse de que cuando un extremo envía un “0” el extremo distante reciba efectivamente un “0”. Las recomendaciones y estándares establecen interfaces mecánicas, eléctricas y de procedimiento, teniendo en cuenta las características del medio de transmisión (ancho de banda, ruido o interferencia, características de propagación). En las redes LAN, el medio de transmisión históricamente utilizado fue el cable coaxial, y ha sido sustituido actualmente por los cables UTP (par trenzado no blindado) y STP (par trenzado blindando), o por fibras ópticas. (20)

### **b)- Capa de Enlace.**

Su función principal es lograr una comunicación eficiente y confiable entre dos extremos de un canal de transmisión. Para ello, realiza las siguientes funciones:

Ensamblado y desensamblado de tramas de tramas: Dado que la capa física solamente acepta y transmite bits, sin preocuparse de su significado o estructura, corresponde a la capa de enlace crear y reconocer los límites de las tramas de datos.

Detección de errores: Resuelve los problemas de tramas dañadas, repetidas o perdidas. Por ejemplo, si no se recibe el acuse de recibo de una trama determinada, puede ser porque la trama original se perdió, o porque llegó correctamente pero se perdió el acuse de recibo. La capa de enlace debe ser capaz de resolver este tipo de casos.

Control de flujo: Resuelve los problemas que surgen debido a las diferentes velocidades de procesamiento del receptor y emisor. Debe tener algún tipo de regulación de tráfico, para que no existan saturaciones o desbordes de memorias (buffers).

Adecuación para acceso al medio: En TCP/IP la capa de enlace dispone de una “sub-capa” de acceso al medio (MAC Medium Access Control). Esta sub-capa de acceso al medio implementa los protocolos necesarios para utilizar un medio compartido en las redes de difusión. Esta sub-capa debe resolver las “colisiones” resultantes de que varias máquinas intenten enviar tramas a la vez sobre un mismo medio compartido. (21)

### **c)- Capa de Red.**

Es la encargada de hacer llegar la información desde el origen hasta el destino, para esto puede ser necesario pasar por varias máquinas intermedias. Es de hacer notar la diferencia con la capa de enlace, cuya función se limita a transportar en forma segura tramas de un punto a otro de un canal de transmisión.

La capa de red puede brindar servicios “orientados a la conexión” o “no orientados a la conexión”. En los servicios “orientados a la conexión”, la complejidad se encuentra en la propia capa de red. En los servicios “no orientados a la conexión”, la complejidad es pasada una capa más arriba, es decir, a la capa de transporte.

En el funcionamiento “orientados a la conexión”, establece “circuitos virtuales” en el proceso de conexión. En el funcionamiento “no orientado a la conexión”, los paquetes enviados se llaman normalmente “datagramas”. (22)

### **d)- Capa de Transporte.**

Proporciona un transporte de datos confiable y económico de la máquina de origen a la máquina de destino, independientemente de la red o las redes físicas en uso. Es la primera capa en la que los correspondientes son directamente los extremos. Para lograrlo, la capa de transporte hace uso de los servicios brindados por la capa de red. (23)

De la misma manera que hay dos tipos de servicios de red, orientados y no orientados a la conexión, hay dos tipos de servicios de transporte, orientados y no orientados a la conexión.

### **e)- Capa de Aplicación.**

En la capa de aplicación residen las aplicaciones de los usuarios. Las capas por debajo de la de aplicación existen únicamente para brindar un transporte confiable a las aplicaciones residentes en la capa de aplicación. (24)

Se implementan los temas de seguridad, presentación de la información, y cualquier aplicación útil para los usuarios como el correo electrónico, World Wide Web.

## **1.6- TRANSMISIÓN DE DATOS.**

### **1.6.1- Representación de datos.**

El propósito de una red es transmitir información desde un equipo otro. Para lograr esto, primero se debe decidir cómo se van a codificar los datos que serán enviados. La representación informática variará según el tipo de datos, los cuales pueden ser:

- Datos de audio
- Datos de texto
- Datos gráficos
- Datos de video
- Otros.

### **1.6.2- Categorías de la representación de datos.**

Representación digital: consiste en codificar la información como un conjunto de valores binarios, en una secuencia de 0 y 1. (25)

Representación analógica: consiste en representar los datos por medio de la variación de una magnitud física constante. (26)

### 1.6.3- Medio de transmisión de datos.

Para que ocurra la transmisión de datos, debe haber una línea de transmisión entre los dos equipos denominada canal de transmisión.

Los canales de transmisión están compuestos por varios segmentos que permiten la circulación de los datos en forma de ondas electromagnéticas, eléctricas, luz y hasta ondas acústicas. Es un fenómeno de vibración que se propaga a través de un medio físico. (27)

### 1.6.4- Codificación de señales de transmisión.

A fin de que sea posible el intercambio de datos, se debe elegir una codificación para transmitir las señales. Depende, básicamente, del medio físico que se utilice para transmitir datos, de la garantía de la integridad de los mismos y de la velocidad de transmisión. (28)

### 1.6.5- Transmisión simultánea de datos.

La transmisión de datos se denomina "simple" cuando hay sólo dos equipos que se están comunicando, o si se está enviando un único trozo de información. De lo contrario, es necesario instalar varias líneas de transmisión o compartir la línea entre los diferentes actores que están presentes en la comunicación. Este proceso se denomina multiplexación.

### 1.6.6- La conexión física.

#### a)- Canal de transmisión.

Una línea de transmisión es una conexión entre dos máquinas. El término transmisor generalmente se refiere a la máquina que envía los datos, mientras que receptor se refiere a la máquina que recibe los datos. A veces, las máquinas, pueden ser tanto receptoras como transmisoras, esto es lo que generalmente sucede con las máquinas conectadas en una red.

Una línea de transmisión, también denominada canal de transmisión, no necesariamente consiste en un medio de transmisión físico único; es por esta razón que la máquina final, en contraposición con las máquinas intermediarias, denominada Terminal de Equipos de Datos (Data Terminal Equipment, DTE) está equipada en función del medio físico al cual está conectada, denominado Equipo de Finalización de Circuitos de Datos (Data Circuit Terminating Equipment, DCTE) o Equipo de Comunicación de Datos (Data Communication Equipment, DCE). El término circuito de datos se refiere al montaje que consiste en el DCTE de cada máquina y la línea de datos.

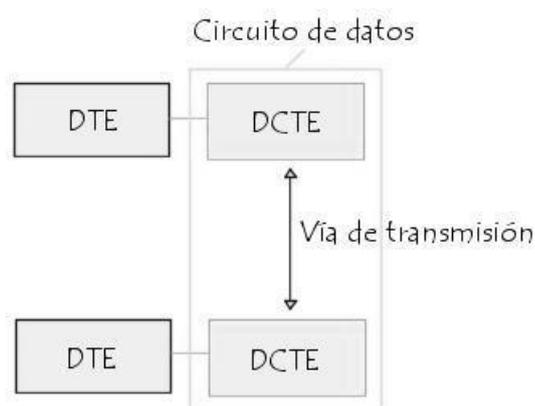


Ilustración 3-Canal de transmisión.

### b)- Ondas electromagnéticas.

Los datos se transmiten en un medio físico a través de la propagación de un fenómeno de vibración. De este proceso resulta una señal en forma de ondas que depende de una cantidad física que varía:

- En el caso de la luz, es una onda de luz
- En el caso del sonido, es una onda de sonido
- En el caso del voltaje o del amperaje de una corriente eléctrica, es una onda eléctrica.

Se caracterizan por su frecuencia, su amplitud y su fase.

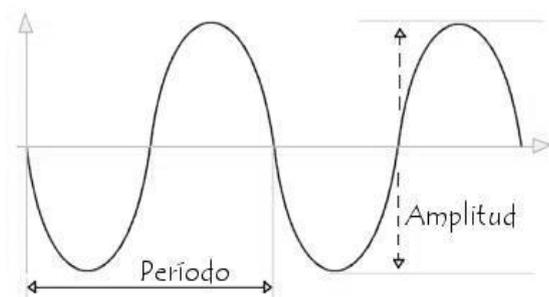


Ilustración 4-Onda electromagnética.

### c)- Interferencia.

La transmisión de datos en una línea no ocurre sin pérdidas. Primero, el tiempo de transmisión no es inmediato, por lo que se requiere una cierta "sincronización" en la recepción de datos.

Además, puede ocurrir una interferencia o una degradación de la señal.

➤ **Interferencia (a veces denominada ruido):** se refiere a cualquier perturbación que modifica localmente la forma de la señal.

- *Ruido blanco* es una perturbación uniforme de la señal; en otras palabras, le agrega una pequeña amplitud al efecto de la señal promedio, lo que resulta en una señal cero. Generalmente el ruido blanco se caracteriza por un índice denominado índice de señal/ruido, que traduce el porcentaje de amplitud del símbolo, con respecto al ruido (cuya unidad es el decibel"dB").
- *Ruidos impulsivos*, son pequeños picos de intensidad que causan errores en la transmisión.

➤ **Señal de pérdida de línea o atenuación:** representa la pérdida de señal a través de la disipación de la energía en la línea. La atenuación produce una señal de salida más débil que la señal de entrada y se caracteriza por la siguiente fórmula:

$$A = 20 \log \left( \frac{\text{Nivel de la señal de salida}}{\text{Nivel de la señal de entrada}} \right)$$

La atenuación es proporcional a la longitud del canal de transmisión y a la frecuencia de la señal.

**La distorsión:** caracteriza la diferencia de fase entre la señal de entrada y la señal de salida.

### **Ruido y error.**

Los medios de transmisión introducen en mayor o menor grado errores. Es aceptado que la señal que se envía no es exactamente igual a la que se recibe, el incremento de esta diferencia provoca errores. El ejemplo más común de error es el ruido que se adiciona a la señal la cual provoca una recepción incorrecta. (29)

### **d)- Ancho de banda y capacidad.**

Se denomina ancho de banda de una línea a la banda de frecuencias que se pueden transmitir por esa línea de comunicaciones. El ancho de banda es un componente muy importante en las comunicaciones de datos, ya que la capacidad, medida en bits por segundos, de un camino de comunicaciones depende del ancho de banda del camino. (30)

El ancho de banda de un canal de transmisión, es el intervalo en la frecuencia sobre el cual la señal no experimenta pérdida de línea más allá de un cierto nivel, generalmente 3 dB, ya que 3 dB corresponden a una pérdida del 50% de la señal.



Ilustración 5-Ancho de banda y capacidad del canal.

La capacidad de un canal es la cantidad de información (en bits) que se puede transmitir a través de un canal durante un segundo.

Se caracteriza por la siguiente fórmula:

$$C = W \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$$

- **C:** capacidad (en bps)
- **W:** ancho de banda (en Hz)
- **S/N:** representa el índice de señal-a-ruido del canal.

### 1.6.7- Modos de transmisión

Los sistemas electrónicos de comunicaciones se pueden diseñar para manejar la transmisión solo en una dirección, en ambas direcciones, solo en una a la vez, o en ambas direcciones al mismo tiempo. A este proceso se le llama modo de transmisión. (31)

La transmisión está caracterizada por:

- Dirección de los intercambios.
- Modo de transmisión (el número de bits enviados simultáneamente).
- Sincronización entre el transmisor y el receptor.

### 1.6.8- Modos de transmisión caracterizados de acuerdo con la dirección de los intercambios: Conexiones Simplex, Half duplex y Full Duplex.

- **Conexión Simplex:** es una conexión en la que los datos fluyen en una sola dirección, desde el transmisor hacia el receptor. Este tipo de conexión es útil si los datos no necesitan fluir en ambas direcciones, por ejemplo: desde el equipo hacia la impresora o desde el ratón hacia el equipo.

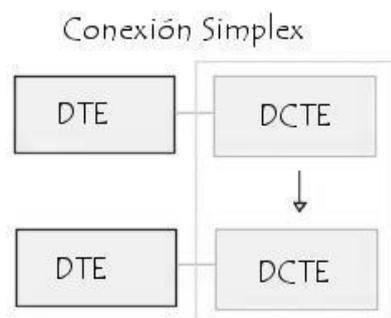


Ilustración 6-Conexión simple

- **Conexión Half duplex:** es una conexión en la que los datos fluyen en una u otra dirección, pero no las dos al mismo tiempo. Con este tipo de conexión, cada extremo de la conexión transmite uno después del otro. Este tipo de conexión hace posible tener una comunicación bidireccional utilizando toda la capacidad de la línea.

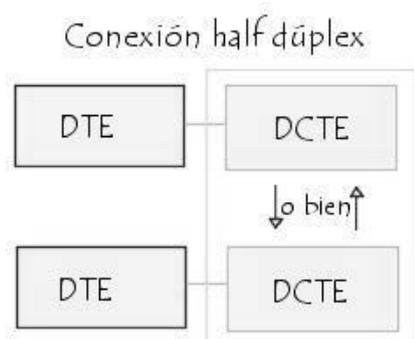


Ilustración 7-Conexión semidúplex.

**Conexión Full Duplex:** es una conexión en la que los datos fluyen simultáneamente en ambas direcciones. Así, cada extremo de la conexión puede transmitir y recibir al mismo tiempo; esto significa que el ancho de banda se divide en dos para cada dirección de la transmisión de datos si es que se está utilizando el mismo medio de transmisión para ambas direcciones de la transmisión.

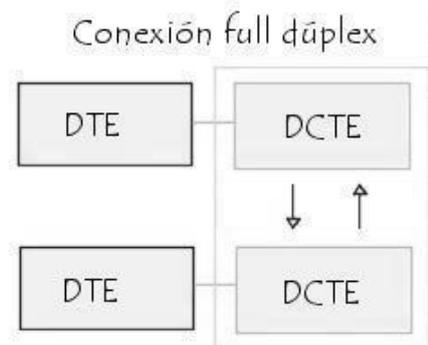


Ilustración 8-Conexión dúplex total.

## 1.6.9- Transmisión analógica.

La transmisión analógica de datos consiste en el envío de información en forma de ondas, a través de un medio de transmisión físico. Los datos se transmiten a través de una onda portadora, onda simple cuyo único objetivo es transportar datos modificando una de sus características (amplitud, frecuencia o fase). Por este motivo, la transmisión analógica es generalmente denominada transmisión de modulación de la onda portadora.

Clasificación según el parámetro de la onda portadora que varía:

- Transmisión por modulación de la amplitud de la onda portadora.
- Transmisión a través de la modulación de frecuencia de la onda portadora.
- Transmisión por modulación de la fase de la onda portadora.

### ➤ Transmisión analógica de datos analógicos.

Este tipo de transmisión se refiere a un esquema en el que los datos que serán transmitidos ya están en formato analógico. Por eso, para transmitir esta señal, el DCTE debe combinar continuamente la señal que será transmitida y la onda portadora, de manera que la onda que transmitirá será una combinación de la onda portadora y la señal transmitida.

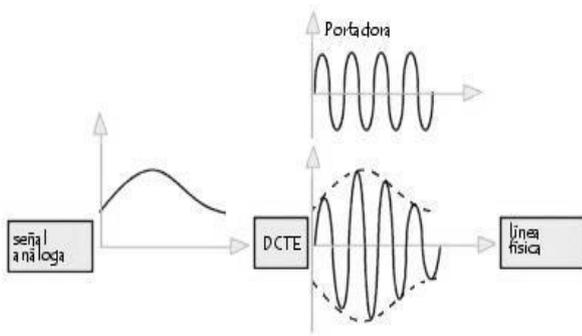


Ilustración 9-Transmisión analógica de datos analógicos.

## ➤ Transmisión analógica de datos digitales.

Cuando aparecieron los datos digitales, los sistemas de transmisión todavía eran analógicos. Por eso fue necesario encontrar la forma de transmitir datos digitales en forma analógica.

La solución a este problema fue el módem. Su función es:

En el momento de la transmisión: debe convertir los datos digitales (una secuencia de 0 y 1) en señales analógicas (variación continua de un fenómeno físico). Este proceso se denomina modulación.

Cuando recibe la transmisión: debe convertir la señal analógica en datos digitales. Este proceso se denomina demodulación.

### 1.6.10- Transmisión digital.

La transmisión digital consiste en el envío de información a través de medios de transmisión físicos en forma de señales digitales. Por lo tanto, las señales analógicas deben ser digitalizadas antes de ser transmitidas.

Esta transformación de información binaria en una señal con dos estados se realiza a través de un DCTE, decodificador de la banda base.

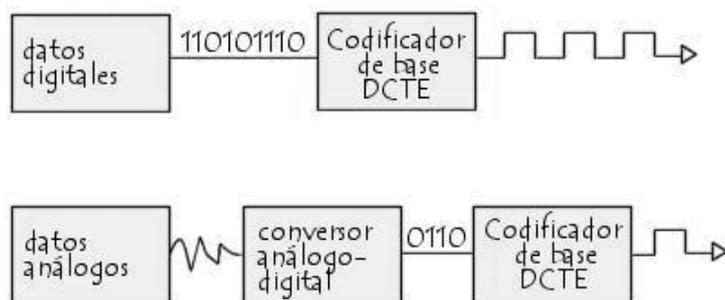


Ilustración 10-Transmisión digital.

## 1.7- SERIE DE FOURIER.

Una Serie de Fourier es una serie infinita que converge puntualmente a una función continua y periódica. Constituyen la herramienta matemática básica empleada para analizar funciones periódicas a través de la descomposición de dicha función en una suma infinitesimal de funciones senoidales mucho más simples, como combinación de senos y cosenos con frecuencias enteras. Esta área de investigación se llama algunas veces Análisis de Armónico. (32)

Es una aplicación utilizada en muchas ramas de la ingeniería, además de ser sumamente útil en la teoría matemática abstracta. Entre las áreas de su aplicación incluyen análisis vibratorio, acústica, óptica, procesamiento de imágenes, señales, y compresión de datos. En ingeniería, para el caso de los sistemas de telecomunicaciones, y a través del uso de los componentes espectrales de frecuencia de una señal dada, se puede optimizar el diseño de un sistema para la señal portadora del mismo, refiriéndose al uso de un analizador de espectros.

### Forma de la serie de Fourier:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx)]$$

Donde  $a_n$  y  $b_n$  se denominan *coeficientes* de la serie de Fourier de la función  $f(x)$ .

### Definición:

Si  $f$  es una función (o señal) periódica y su período es  $2T$ , la serie de Fourier asociada a  $f$  es:

$$f(t) \sim \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[ a_n \cos \frac{n\pi}{T} t + b_n \sin \frac{n\pi}{T} t \right]$$

Donde  $a_n$  y  $b_n$  son los coeficientes de Fourier que toman los valores:

$$a_n = \frac{1}{T} \int_{-T}^T f(t) \cos\left(\frac{n\pi}{T}t\right) dt, \quad b_n = \frac{1}{T} \int_{-T}^T f(t) \sin\left(\frac{n\pi}{T}t\right) dt, \quad a_0 = \frac{1}{T} \int_{-T}^T f(t) dt.$$

### 1.8- HERRAMIENTAS Y MÉTODOS UTILIZADOS.

#### 1.8.1- MATLAB.

MatLab, proviene de las palabras: "MATrix LABoratory" o en español "Laboratorio de Matrices". Este programa fue inicialmente escrito con el objetivo de proveer a los científicos e ingenieros acceso interactivo a las librerías de cálculo numérico LINPACK y EISPACK. Estas librerías, que fueron cuidadosamente probadas, son paquetes de programación de alta calidad para resolver ecuaciones lineales y problemas de eigenvalores. Está cimentado en el uso de técnicas basadas en álgebra de matrices para resolver problemas, sin tener que escribir los programas en un lenguaje tradicional como C++ o Fortran.

Es un programa para realizar cálculos numéricos con vectores y matrices. Como caso particular puede también trabajar con números escalares tanto reales como complejos, con cadenas de caracteres y con otras estructuras de información más complejas. Una de las capacidades más atractivas es la de realizar una amplia variedad de gráficos en dos y tres dimensiones. Tiene también un lenguaje de programación propio.

Se utilizará en la investigación para el análisis de cada una de las señales a tratar, además, de ser utilizada para discretizar las mismas, lo cual es de gran importancia ya que ese proceso es el que va a facilitarnos los puntos a los cuales se le calculará la desviación estándar, para de esta forma demostrar la existencia o no de la incertidumbre causada por cada uno de los dispositivos de red encargados de transportar la señal transmitida.

#### 1.8.2- STATGRAPHICS.

Es el paquete estadístico y gráfico más sencillo de aprender y utilizar gracias a su diseño intuitivo, que facilita la realización de los diversos análisis. Además, dispone de Herramientas como el StatAdvisor que aporta interpretaciones instantáneas de los resultados; el StatFolio permite guardar y reutilizar los análisis y gráficos interactivos; StatGallery permite combinar textos y gráficos múltiples en varias páginas y un diseño de 32-bit para manejar problemas de gran magnitud. Es de gran utilidad en la estadística descriptiva.

Se utilizará para realizar el análisis estadístico de la consulta a expertos que nos permitirá validar el inicio de la investigación. Además, una vez discretizadas las señales a tratar, facilitará el cálculo y análisis de la desviación estándar de las mismas.

### **1.8.3- MICROSOFT VISIO.**

Es un software de dibujo vectorial para Microsoft Windows. Las herramientas que lo componen permiten realizar diagramas de oficinas, redes, bases de datos, flujo de programas, UML, y más, que permiten iniciar al usuario en los lenguajes de programación. Aunque originalmente apuntaba a ser una aplicación para dibujo técnico para el campo de Ingeniería y Arquitectura; con añadidos para desarrollar diagramas de negocios, su adquisición por Microsoft implicó drásticos cambios de directrices de tal forma que a partir de la versión de Visio para Microsoft Office 2003 el desarrollo de diagramas para negocios pasó de añadido a ser el núcleo central de negocio, minimizando las funciones para desarrollo de planos de Ingeniería y Arquitectura que se habían mantenido como principales hasta antes de la compra.

Su uso nos permitirá realizar todos los cambios pertinentes en los planos de la red de datos de docente 5, los cuales son vitales para la realización correcta de la investigación, ya que sin las actualizaciones de los mismo, trabajaremos con los planos del diseño no reales y que además, no cumple con las estandarizaciones de las redes de los docentes, desfavoreciendo la validez de la investigación.

### **1.9.4- CONSULTA A EXPERTOS.**

La Consulta de Expertos, es una técnica que consiste en la aplicación de encuestas a diferentes expertos de distintas especialidades, para llegar a un acuerdo final sobre la veracidad de lo que se quiere validar o comprobar, posteriormente se realiza un tratamiento estadístico para determinar si se aceptó el criterio de los expertos.

Se trata de dar más carácter científico al análisis del experto humano, ya que los niveles de conocimiento que se involucran en la "Consulta de Expertos" son muy particulares y específicos, la correcta aplicación del "Método Delphi" como parte del análisis multicriterial permite el alcance de otras vías de análisis en la investigación, además de esclarecer la necesidad de incorporar conceptos de la Lógica Difusa que permitan mayor solidez al cuestionario de preguntas a responder por los expertos una vez hecho el análisis estadístico correspondiente.

### **a)- Experto.**

Un experto es una persona que posee habilidades que le permiten sacar conclusiones de experiencias pasadas para rápidamente centrarse en los aspectos esenciales de un problema dado. Con independencia de sus títulos, su función o su nivel jerárquico, el experto será elegido por su capacidad de encarar el futuro y debe poseer gran conocimiento sobre el tema consultado.

### **Encuestas aplicadas a especialistas.**

Las encuestas se elaborarán de manera que faciliten, en la medida en que una investigación de estas características lo permite, la respuesta por parte de los consultados.

En ocasiones, se recurre a respuestas categorizadas (Si/No; Mucho/Medio/Poco; Muy de acuerdo/ De acuerdo/ Indiferente/ En desacuerdo/Muy en desacuerdo) y después se tratan las respuestas en términos porcentuales tratando de ubicar a la mayoría de los consultados en una categoría.

### **Método Delphi.**

Consiste en el análisis de las preguntas a realizar a un grupo de expertos sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, con el objetivo de llegar a un consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes. (33)



## CAPÍTULO II: VINCULACIÓN TEÓRICA-PRÁCTICA

---

Esto provocó un nuevo estudio al diseño existente para eliminar las deficiencias detectadas. Posteriormente de realizar el análisis de la misma se dispuso el nuevo plano del diseño. El mismo será mostrado y explicado en la siguiente sección.

## 2.3- CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO DE TRABAJO

Se toma como muestra para la investigación un tramo de la red del docente 5, la misma está compuesta por un switch capa 3 que está ubicado en la planta baja del edificio. Donde se ubica el switch capa 3 se instalan el nodo del docente y todos los equipos servidores que componen al mismo. Al switch capa 3 se conectan los switch del segundo y tercer piso a través de fibra óptica y el mismo se conecta a todos los laboratorios y oficinas del primer piso de forma directa a través de cables UTP categoría 5, cada switch será encargado de atender los laboratorios, aulas y salones de su piso. En el primer piso se encuentra el switch de oficinas el cual está conectado por fibra óptica de forma directa al switch capa 3, al cual se conectan los switch de oficinas del segundo y tercer piso por fibra.

De forma general la subred está compuesta por un switch capa 3 que no es más que el repartidor central, además, están presente 5 switch capa 2 que conforman los repartidores por piso y 27 switch finales que son los ubicados en las áreas de oficinas y laboratorios.

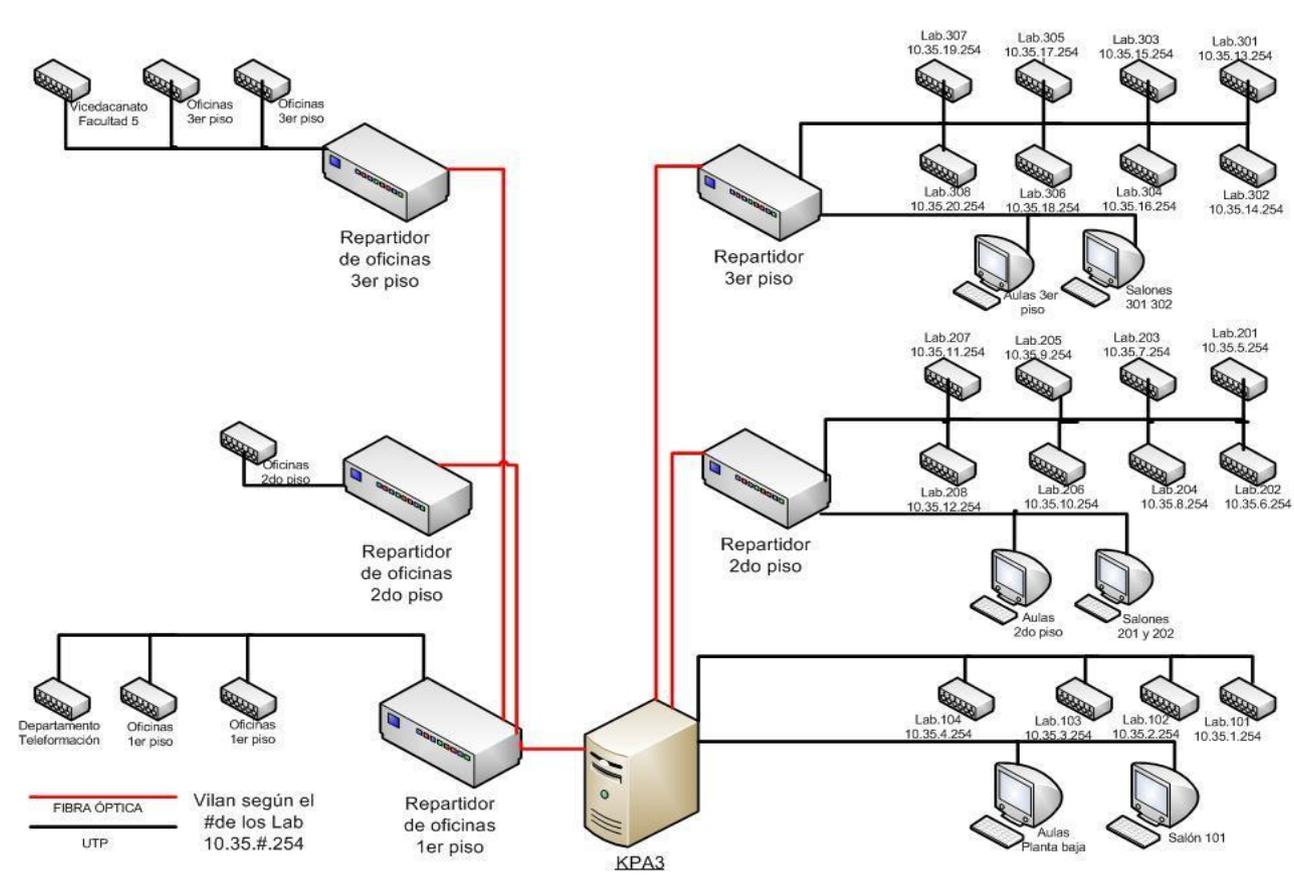


Ilustración 12-Red de dato del Docente5.

### 2.4- TEORÍA DE ERRORES APLICADA A LAS REDES DE DATOS.

#### 2.4.1- Tipos de errores más frecuentes en la red de datos del docente 5.

Los posibles errores que pueden ser evidenciados en los componentes de hardware de la red están dados al hecho de que cada uno de estos dispositivos hay que instalarlo, tener un seguimiento sobre su buen funcionamiento entre otros aspectos fundamentales en el tratamiento de los mismos. Teniendo en cuenta además el funcionamiento de cada uno de ellos, en especial las señales eléctricas que pasan a través de todo el cableado de la red, resulta de gran importancia su análisis, ya que sin el cableado, en este caso, en la subred del docente 5, no existiría una comunicación entre las diferentes computadoras y recursos compartidos.

Dentro de los Errores sistemáticos se encuentran los que a continuación se definen:

#### •Errores instrumentales:

En las estaciones de trabajo este tipo de error se pueden evidenciar por el mal funcionamiento o defectos de la tarjeta de red que es la que permite que cada PC se convierta en una estación de trabajo de una red.

En los switches, un error instrumental puede causar grandes problemas en la subred, ya que de cada uno de ellos depende una parte de la misma, al funcionar incorrectamente, toda la subred que atiende ese switch puede generar problemas y en ocasiones quedar aislada. Estos errores pueden propagarse a gran escala si se producen unos de los switch principales, que en este caso pueden ser los de mayor nivel jerárquico, ya sea los switch por piso, y en casos extremos, el switch central de edificio.

En los sistemas de cableado un error de este tipo puede ser fatal ya que el cableado se utiliza para conectar los servidores con las estaciones de trabajo a través de los switch.

#### •Errores personales:

La ocurrencia de este error depende de la experiencia y cuidado del analista en las manipulaciones físicas que efectúe, es decir, depende de la calificación del personal que está a cargo de la instalación y mantenimiento de la red, la ocurrencia del mismo, tanto en un switch como en el cableado puede ser fatal, porque puede provocar la ruptura de los dispositivo de hardware, el cual es exportado, por lo mismo, muy costoso.

### •Errores de método:

Corresponde a una elección inadecuada del método a utilizar en el momento de realizar las instalaciones pertinentes en la red. Son provocados desde una ubicación errónea de un switch hasta de la topología utilizada en la misma. El ejemplo más evidente en la red del docente 5 se evidencia en la organización jerárquica de los switch capa 2 de las oficinas, ya que el switch del primer piso es el que abastece al del segundo y tercer piso, en vez de estar conectados directamente al switch capa 3 o switch central, en caso de existir una falla en el mismo, todas las oficinas quedarían desconectadas de la red. Los errores de métodos son los más graves de un análisis ya que para disminuirlos o eliminarlos hay que hacer una infinidad de cambios pertinentes en la red.

Dentro de los Errores accidentales se encuentran los que a continuación se definen:

### •Error de redondeo:

Se origina por el hecho de que una computadora, un switch, entre otros dispositivos de red y las señales eléctricas que pasan a través de todo el cableado, sólo puede representar un número finito de términos. Para expresar una cantidad con un desarrollo decimal infinito, se tiene que prescindir de la mayoría de ellos; o sea, se presenta y se opera el número con menos cifras de las que realmente posee.

### •El error aleatorio:

Se produce independientemente de los sucesos únicos imposibles de controlar durante el proceso de instalación y mantenimiento. Un ejemplo de este tipo de error son los fenómenos ambientales, los cuales no tienen dependencia de los dispositivos usados, el personal calificado ni de los métodos utilizados para este proceso. Se contraponen al concepto de error sistemático.

### •Error inherente:

Se origina por la diferencia existente entre el diseño de la red adquirido para la investigación y el diseño modelado de la misma.

## 2.5- TEORÍA DE INCERTIDUMBRE APLICADA A LAS REDES DE DATOS.

### 2.5.1- Bit, byte y códigos ASCII

#### Bit.

Un bit es una señal electrónica que puede estar encendida (1) o apagada (0). Es la unidad más pequeña de información que utiliza un ordenador. Son necesarios 8 bits para crear un byte.

## CAPÍTULO II: VINCULACIÓN TEÓRICA-PRÁCTICA

El circuito electrónico en los ordenadores detecta la diferencia entre dos estados (corriente alta y corriente baja) y representa esos dos estados como uno de dos números, 0 ó 1).

### Byte.

Un byte es la unidad fundamental de datos en los ordenadores personales, un byte son ocho bits contiguos. El byte es también la unidad de medida básica para memoria, almacenando el equivalente a un carácter.

### Códigos ASCII.

Código ASCII se emplea para representar los caracteres alfanumérico, es decir, letras, números y signos. Comprende los números decimales del 0 al 255. Del 0 al 31 corresponde a instrucciones. El número 32 corresponde a la orden de ejecutar espacios entre palabras cuando se oprime la barra espaciadora en el teclado. Del 33 al 127 corresponde a los caracteres alfanuméricos más utilizados. A partir del número 128 aparecen otras letras y algunos signos que generalmente no aparecen en el teclado del ordenador. Comprende sólo hasta el número decimal 255, porque a partir de ahí, el número 256 en binario pasa a ser 1 00 000 000, sobrepasando los ocho dígitos requeridos para completar un byte de información.

Binario	Dec	Hex	Representación	Binario	Dec	Hex	Representación
0010 0000	32	20	espacio ( )	0100 0000	64	40	@
0010 0001	33	21	!	0100 0001	65	41	A
0010 0010	34	22	"	0100 0010	66	42	B
0010 0011	35	23	#	0100 0011	67	43	C
0010 0100	36	24	\$	0100 0100	68	44	D
0010 0101	37	25	%	0100 0101	69	45	E
0010 0110	38	26	&	0100 0110	70	46	F
0010 0111	39	27	'	0100 0111	71	47	G
0010 1000	40	28	{	0100 1000	72	48	H
0010 1001	41	29	}	0100 1001	73	49	I
0010 1010	42	2A	*	0100 1010	74	4A	J

## CAPÍTULO II: VINCULACIÓN TEÓRICA-PRÁCTICA

0010 1011	43	2B	±		0100 1011	75	4B	<u>K</u>
0010 1100	44	2C	±		0100 1100	76	4C	<u>L</u>
0010 1101	45	2D	±		0100 1101	77	4D	<u>M</u>
0010 1110	46	2E	±		0100 1110	78	4E	<u>N</u>
0010 1111	47	2F	/		0100 1111	79	4F	<u>O</u>
0011 0000	48	30	<u>0</u>		0101 0000	80	50	<u>P</u>
0011 0001	49	31	<u>1</u>		0101 0001	81	51	<u>Q</u>
0011 0010	50	32	<u>2</u>		0101 0010	82	52	<u>R</u>
0011 0011	51	33	<u>3</u>		0101 0011	83	53	<u>S</u>
0011 0100	52	34	<u>4</u>		0101 0100	84	54	<u>T</u>
0011 0101	53	35	<u>5</u>		0101 0101	85	55	<u>U</u>
0011 0110	54	36	<u>6</u>		0101 0110	86	56	<u>V</u>
0011 0111	55	37	<u>7</u>		0101 0111	87	57	<u>W</u>
0011 1000	56	38	<u>8</u>		0101 1000	88	58	<u>X</u>
0011 1001	57	39	<u>9</u>		0101 1001	89	59	<u>Y</u>
0011 1010	58	3A	∴		0101 1010	90	5A	<u>Z</u>
0011 1011	59	3B	∵		0101 1011	91	5B	[
0011 1100	60	3C	≤		0101 1100	92	5C	\
0011 1101	61	3D	≡		0101 1101	93	5D	]
0011 1110	62	3E	≥		0101 1110	94	5E	^
0011 1111	63	3F	?		0101 1111	95	5F	-

Binario	Dec	Hex	Representación
0110 0000	96	60	`
0110 0001	97	61	<u>a</u>
0110 0010	98	62	<u>b</u>
0110 0011	99	63	<u>c</u>

<b>0110 0100</b>	100	64	<u>d</u>
<b>0110 0101</b>	101	65	<u>e</u>
<b>0110 0110</b>	102	66	<u>f</u>
<b>0110 0111</b>	103	67	<u>g</u>
<b>0110 1000</b>	104	68	<u>h</u>
<b>0110 1001</b>	105	69	<u>i</u>
<b>0110 1010</b>	106	6A	<u>j</u>
<b>0110 1011</b>	107	6B	<u>k</u>
<b>0110 1100</b>	108	6C	<u>l</u>
<b>0110 1101</b>	109	6D	<u>m</u>
<b>0110 1110</b>	110	6E	<u>n</u>
<b>0110 1111</b>	111	6F	<u>o</u>
<b>0111 0000</b>	112	70	<u>p</u>
<b>0111 0001</b>	113	71	<u>q</u>
<b>0111 0010</b>	114	72	<u>r</u>
<b>0111 0011</b>	115	73	<u>s</u>

Tabla 4-Código ASCII.

### 2.5.2- Base teórica de la comunicación entre datos.

Mediante la variación de algunas propiedades físicas, como el voltaje o la corriente, es posible transmitir información a través de cables. Al representar el valor de este voltaje o corriente como una función simple del tiempo  $f(t)$ , podemos modelar el comportamiento de la señal y analizarlo matemáticamente, lo que se tratará en las siguientes secciones.

#### a)- Análisis de Fourier.

Cualquier función periódica en el tiempo de comportamiento razonable  $g(t)$  con un periodo  $T$ , se puede construir sumando una cantidad, posiblemente infinita, de senos y cosenos:

$$g(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos 2\pi nft + b_n \sen 2\pi nft) \quad (2.1)$$

Donde  $f=1/T$  es la frecuencia fundamental, y son las amplitudes de seno y coseno de los n-esimos (términos) armónicos y  $\frac{a_0}{2}$  es una constante, tal descomposición se conoce como serie de Fourier. A partir de ella, es posible reconstruir la función, es decir, si se conoce el periodo T y se dan las amplitudes, la función original del tiempo puede encontrarse las sumas que se muestran en la ecuación (2.1).

Una señal de datos que tenga una duración finita, la cual todas poseen, se puede manejar con solo imaginar que el patrón se repite una y otra vez por siempre ,es decir, el intervalo de T a 2T es el mismo que de 0 a T.

Las amplitudes se pueden calcular para cualquier g(t) dada, multiplicando ambos lados de la ecuación (2.1) por sen (2 ) y después integrando de 0 a T.

$$\int_0^T \text{sen}(2\pi kft) \text{sen}(2\pi nft) dt = \begin{cases} 0 & \text{para } k \neq n \\ T/2 & \text{para } k = n \end{cases}$$

Puesto que, solo un término de sumatoria perdura, la sumatoria desaparece por completo. De manera similar, al multiplicar la ecuación (2.1) por cos(2 ) e integrando entre 0 y T, podemos derivar, con solo integrar ambos lados de la ecuación para encontrar c. Los resultados de realizar estas operaciones son los siguientes:

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T g(t) \text{sen}(2\pi nft) dt \quad b_n = \frac{2}{T} \int_0^T g(t) \text{cos}(2\pi nft) dt \quad c = \frac{2}{T} \int_0^T g(t) dt$$

### b)- Señales de ancho de banda limitado.

A continuación se muestra un ejemplo específico relacionado con la transmisión del carácter “b” ASCII codificado en un byte de 8 bits. El patrón de bits que se transmite es 01100010, en la figura 2.1(a) se muestra la salida de voltaje que produce la computadora transmisora.

Función que genera la transmisión del carácter “b” ASCII.

$$f(t) = \begin{cases} 0 & 0 < t < 1 \\ 1 & 1 < t < 3 \\ 0 & 3 < t < 6 \\ 1 & 6 < t < 7 \\ 0 & 7 < t < 8 \end{cases}$$

Cálculo de los coeficientes de Fourier de la señal:

Cálculo de  $\frac{a_0}{2}$

$$\begin{aligned} \frac{a_0}{2} &= \frac{1}{T} \int_c^{c+T} f(t) dt \\ &= \frac{1}{8} \left[ \int_1^3 dt + \int_6^7 dt \right] \\ &= \frac{1}{8} [(3-1) + (7-6)] \\ &= \frac{1}{8} [2 + 1] \end{aligned}$$

$$\frac{a_0}{2} = \frac{3}{8}$$

Cálculo de  $a_n$

$$\begin{aligned} a_n &= \frac{2}{T} \left[ \int_1^3 \cos\left(\frac{n\pi t}{4}\right) dt + \int_6^7 \cos\left(\frac{n\pi t}{4}\right) dt \right] \\ &= \frac{2}{8} \left[ \int_1^3 \cos\left(\frac{n\pi t}{4}\right) dt + \int_6^7 \cos\left(\frac{n\pi t}{4}\right) dt \right] \\ &= \frac{1}{4} \left[ \frac{4}{n\pi} \left( \operatorname{sen}\left(\frac{3n\pi}{4}\right) - \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{4}\right) \right) + \frac{4}{n\pi} \left( \operatorname{sen}\left(\frac{7n\pi}{4}\right) - \operatorname{sen}\left(\frac{6n\pi}{4}\right) \right) \right] \\ &= \frac{1}{4} \left[ \frac{4}{n\pi} \left( \operatorname{sen}\left(\frac{3n\pi}{4}\right) - \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{4}\right) \right) + \frac{4}{n\pi} \left( \operatorname{sen}\left(\frac{7n\pi}{4}\right) - \operatorname{sen}\left(\frac{3n\pi}{2}\right) \right) \right] \\ &= \frac{1}{4} \left[ \frac{4}{n\pi} \left( \operatorname{sen}\left(\frac{3n\pi}{4}\right) - \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{4}\right) + \operatorname{sen}\left(\frac{7n\pi}{4}\right) - \operatorname{sen}\left(\frac{3n\pi}{2}\right) \right) \right] \\ a_n &= \frac{1}{n\pi} \left[ \operatorname{sen}\left(\frac{3n\pi}{4}\right) - \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{4}\right) + \operatorname{sen}\left(\frac{7n\pi}{4}\right) - \operatorname{sen}\left(\frac{3n\pi}{2}\right) \right] \end{aligned}$$

Cálculo de  $b_n$

$$\begin{aligned} b_n &= \frac{2}{T} \left[ \int_1^3 \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi t}{4}\right) dt + \int_6^7 \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi t}{4}\right) dt \right] \\ &= \frac{2}{8} \left[ \int_1^3 \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi t}{4}\right) dt + \int_6^7 \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi t}{4}\right) dt \right] \\ &= \frac{1}{4} \left[ -\frac{4}{n\pi} * \cos\left(\frac{n\pi t}{4}\right) \Big|_{- \frac{4}{n\pi} * \cos\left(\frac{n\pi t}{4}\right)} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{4} \left[ -\frac{4}{n\pi} \left( \cos\left(\frac{3n\pi}{4}\right) - \cos\left(\frac{n\pi}{4}\right) \right) - \frac{4}{n\pi} \left( \cos\left(\frac{7n\pi}{4}\right) - \cos\left(\frac{6n\pi}{4}\right) \right) \right] \\
 &= \frac{1}{4} \left[ -\frac{4}{n\pi} \left( \cos\left(\frac{3n\pi}{4}\right) - \cos\left(\frac{n\pi}{4}\right) \right) - \frac{4}{n\pi} \left( \cos\left(\frac{7n\pi}{4}\right) - \cos\left(\frac{3n\pi}{2}\right) \right) \right] \\
 &= \frac{1}{4} \left[ -\frac{4}{n\pi} \left( \cos\left(\frac{3n\pi}{4}\right) - \cos\left(\frac{n\pi}{4}\right) + \cos\left(\frac{7n\pi}{4}\right) - \cos\left(\frac{3n\pi}{2}\right) \right) \right]
 \end{aligned}$$

$$b_n = \frac{1}{n\pi} \left[ -\cos\left(\frac{3n\pi}{4}\right) + \cos\left(\frac{n\pi}{4}\right) - \cos\left(\frac{7n\pi}{4}\right) + \cos\left(\frac{3n\pi}{2}\right) \right]$$

Sustituyendo cada uno de los coeficientes obtenidos:

$$\begin{aligned}
 g(t) &= \frac{3}{8} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n\pi} \left[ \text{sen}\left(\frac{3n\pi}{4}\right) - \text{sen}\left(\frac{n\pi}{4}\right) + \text{sen}\left(\frac{7n\pi}{4}\right) - \text{sen}\left(\frac{3n\pi}{2}\right) \right] \\
 &\quad * \cos\left(\frac{n\pi t}{4}\right) + \frac{1}{n\pi} \left[ -\cos\left(\frac{3n\pi}{4}\right) + \cos\left(\frac{n\pi}{4}\right) - \cos\left(\frac{7n\pi}{4}\right) \right. \\
 &\quad \left. + \cos\left(\frac{3n\pi}{2}\right) \right] * \text{sen}\left(\frac{n\pi t}{4}\right)
 \end{aligned}$$

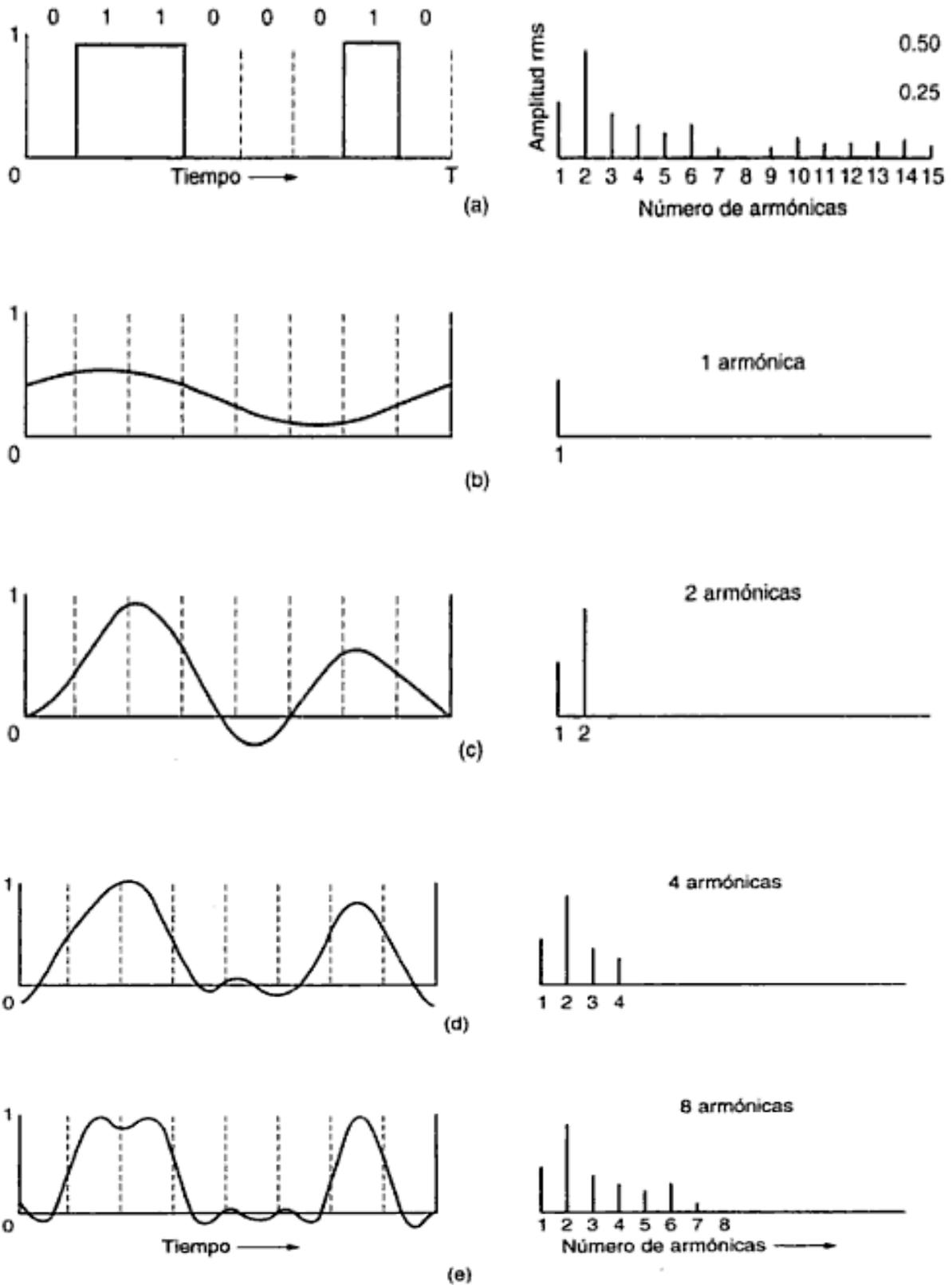


Ilustración 13-(a) Es una señal binaria y sus amplitudes de raíz cuadrada medida de Fourier. (b)-(e) Aproximaciones sucesivas de la señal.

A la derecha de la figura 2.1(a) se muestran las amplitudes de raíz cuadrada media, para los primeros términos, estos valores son importantes porque sus cuadrados son proporcionales a la energía transmitida en la frecuencia correspondiente.

Ninguna instalación transmisora puede transmitir señales sin perder ciertas potencias en el proceso. Si todos los componentes de Fourier disminuyeran en la misma proporción, la señal resultante se reduciría en amplitud, pero no se distorsionaría, es decir, tendría la misma forma cuadrada que tiene la figura 2.1(a). Desafortunadamente, todas las instalaciones de transmisión disminuyen los distintos componentes de Fourier en diferente grado, lo que provoca la distorsión. Por lo general, las amplitudes se transmiten sin ninguna disminución desde 0 hasta cierta frecuencia medida en ciclos /s o Hertz (Hz), y todas las frecuencias que se encuentren por arriba de esta frecuencia de corte serán atenuadas. El rango de frecuencia que se transmite sin atenuarse con fuerza se conoce como ancho de banda, en la práctica, el corte en realidad no es abrupto, por este motivo el ancho de banda ofrecido va desde 0 hasta la frecuencia en que el valor de la amplitud es atenuado a la mitad de su valor original.

El ancho de banda es una propiedad física del medio de transmisión y por lo general depende de la construcción, grosor y longitud de dicho medio. En algunos casos, se introduce un filtro en el circuito para limitar la cantidad de ancho de banda disponible por cada cliente, es adecuado para el lenguaje inteligible y mejora la eficiencia del sistema al limitar a los usuarios en el uso de los recursos. (34)

Consideramos como luciría la señal de la figura 2.1(a) si en el ancho de banda fuera tan pequeño que solo las frecuencias más bajas se transmiten, es decir, si la función fuera aproximada por los primeros términos de la ecuación 2.1(a)). La figura 2.1 (b) muestra la señal que resulta de un canal que permite que solo pase la primera armónica, la fundamental  $f$ , de manera similar, la figura 2.1(c)-(e) muestran el espectro y las funciones reconstruidas de canales de ancho de banda más grande.

Dada una tasa de bits/s, el tiempo requerido para enviar 8 bits, por ejemplo, 1 bit a la vez es  $8/b*s$ , por lo que la frecuencia de la primera armónica es  $b/8$  HZ.

Debería ser obvio que a tasas de datos mucho mayores que 38.4 Kbps, no hay la menor esperanza para las señales binarias, aun si la transmisión se encuentra completamente libre de ruidos, en otras palabras, limitar el ancho de banda limita la tasa de datos, incluso en canales perfectos. Sin embargo, existen esquemas de codificación refinados que utilizan diferentes niveles de voltaje y pueden alcanzar tasas de datos mayores.

Bps	T(mseg)	Primera armónica(Hz)	# de armónicas enviadas
300	26.67	37.5	80
600	13.33	75	40
1200	6.67	150	20
2400	3.33	300	10
4800	1.67	600	5
9600	0.83	1200	2
19200	0.42	2400	1
38400	0.21	4800	0

Tabla 5-Relación entre tasa de datos y armónicas.

### c)- Tasa de datos máxima de un canal

En 1924, un ingeniero de AT&T, Henry Nyquist, se dió cuenta de que incluso un canal perfecto tiene una capacidad de transmisión finita. Derivó una ecuación que expresa la tasa de datos máxima para un canal sin ruido de ancho de banda finito. En 1948, Claude Shanno continuó el trabajo de Nyquist y lo extendió al caso de un canal sujeto al ruido aleatorio, es decir, termodinámico. Solo se realizará un resumen breve de sus ahora clásicos resultados. (35)

Nyquist probó que si se pasa una señal cualquiera a través de un filtro de ancho de banda  $H$ , la señal filtrada se puede reconstruir por completo tomando solo  $2H$  muestras, exactas, por segundo. No tiene sentido muestrear la línea a una rapidez mayor que  $2H$  veces por segundo porque los componentes de mayor frecuencia que tal muestreo puede recuperar, ya se han filtrado. Si la señal consiste en  $V$  niveles discretos, el teorema de Nyquist establece:

$$Tasa\ de\ datos\ máxima = 2H \log_2 V \text{ bits/seg}$$

### 2.6- APLICACIÓN DEL MÉTODO DELPHI.

El Método Delphi es utilizado para validar el inicio de la investigación, además de que a partir de la opinión de los expertos serán tomadas algunas de las variables de análisis a tratar en la investigación.

Las principales características del método están dadas por:

- Anonimato de los participantes: excepto, el investigador.
- Iteración: manejar tantas rondas como sean necesarias.
- Retroalimentación (feedback) controlada: sin presiones para la conformidad.

- Respuesta de grupo en forma estadística: el grado de consenso se procesa por medio de técnicas estadísticas.
- Justificación de respuestas: discrepancias/consenso.
- 

Suelen distinguirse tres etapas o fases fundamentales en la aplicación del método.

1. Fase preliminar. Se delimita el contexto, los objetivos, el diseño, los elementos básicos del trabajo y la selección de los expertos.
2. Fase exploratoria. Elaboración y aplicación de los cuestionarios según sucesivas vueltas, de tal forma que con las respuestas más comunes de la primera se confecciona la siguiente.
3. Fase final. Análisis estadísticos y presentación de la información.

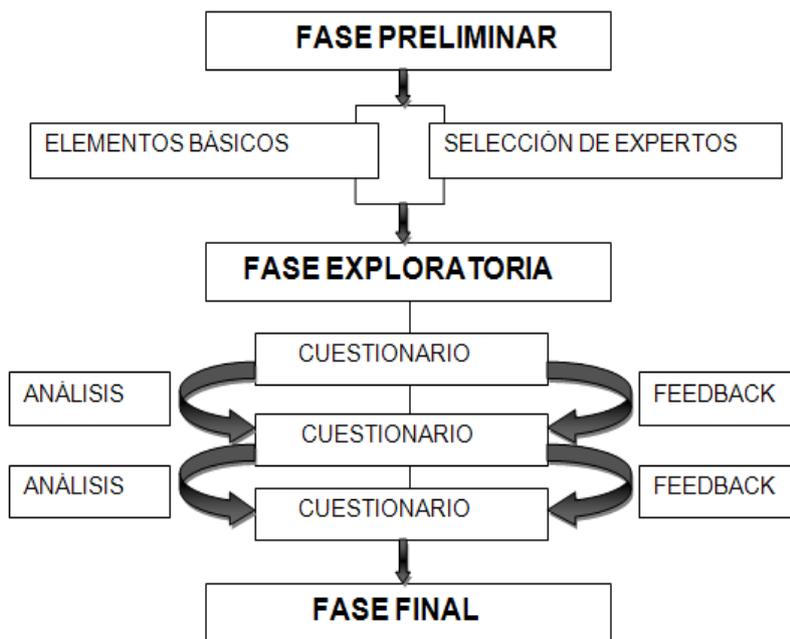


Ilustración 14-Esquema de desarrollo del Método Delphi.

### 2.6.1- Encuesta aplicada a expertos.

Esta encuesta fue aplicada a un grupo de expertos en el tema con más de 3 años de experiencia. Dentro de ellos se encuentran administradores de redes, profesores que se relacionan con el tema, graduados de teleinformática, y trabajadores de seguridad informática y tecnologías pertenecientes a la universidad.

### Cuestionario.

Variables de análisis:

1. Redes informáticas (RI)
2. Redes de datos (RD)
3. Información (IN)
4. Funciones de transferencia (FT)
5. Canal de comunicación (CC)
6. Capacidad del canal (CA)
7. Ancho de banda (AB)
8. Ruidos en la comunicación (Interferencia) (RC)
9. Incertidumbre (IC)
10. Teoría de errores (TE)
11. lógica difusa (LD)

¿Las variables que se dan a continuación guardan relación (La primera variable guarda relación con la segunda)? La pregunta será respondida según los **criterios**:

- ✓ Bastante Relación (**BR**)
- ✓ Relación(**R**)
- ✓ Poca Relación (**PR**)
- ✓ Muy Poca (**MP**)
- ✓ Ninguna Relación (**NR**)

Marque con una cruz(X) en el criterio que cree que corresponde con la relación a tratar.

Relaciones	Criterios				
	BR	R	PR	MP	NR
Redes informáticas- Redes de datos <b>(RI-RD)</b>					
Redes informáticas- Incertidumbre <b>(RI-IC)</b>					
Redes de datos- información <b>(RD-IN)</b>					
Redes de datos-Canal de comunicación <b>(RD-CC)</b>					
Redes de datos- Funciones de transferencia <b>(RD-FT)</b>					
Redes de datos- teoría de errores <b>(RD-TE)</b>					
Incertidumbre -Funciones de transferencia <b>(IC-FT)</b>					
Funciones de transferencia - Teoría de errores <b>(FT-TE)</b>					
Funciones de transferencia - Lógica difusa <b>(FT-LD)</b>					
Información- Incertidumbre <b>(IN-IC)</b>					
Teoría de errores -Información <b>(TE-IN)</b>					
Información- Lógica difusa <b>(IN-LD)</b>					
Canal de comunicación- Ancho de banda <b>(CC-AB)</b>					
Canal de comunicación-Ruidos en la comunicación <b>(CC-RC)</b>					
Canal de comunicación- Capacidad del canal <b>(CC-CA)</b>					
Teoría de errores -Capacidad del canal <b>(TE-CA)</b>					
Incertidumbre- Lógica difusa <b>(IC-LD)</b>					
Incertidumbre- Teoría de errores <b>(IC-TE)</b>					
Teoría de errores-Incertidumbre <b>(TE-IC)</b>					
Ancho de banda - Incertidumbre <b>(AB-IC)</b>					
Ancho de banda - Capacidad del canal <b>(AB-CA)</b>					
Ancho de banda-Canal de comunicación <b>(AB-CC)</b>					

**Tabla 6-Cuestionario.**

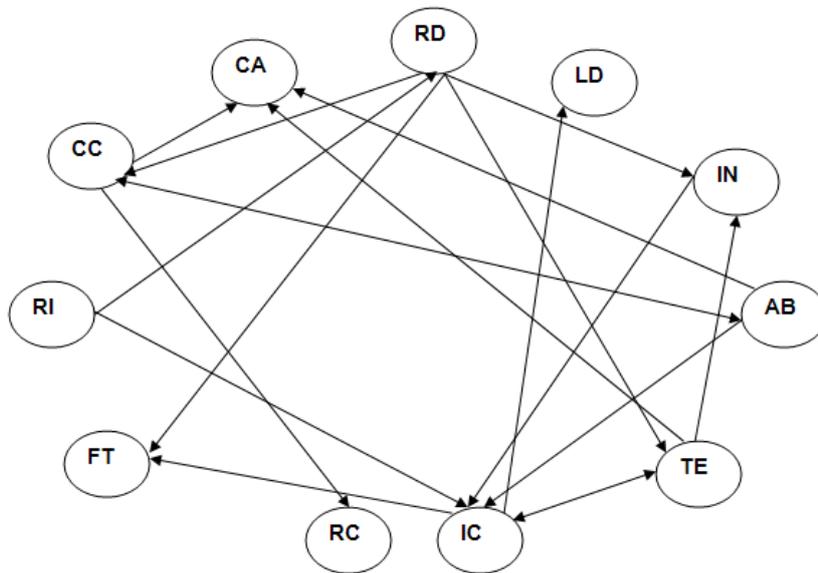
**2.6.2- Resultados de la encuesta.**

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las respuestas dadas por los expertos según el criterio de los mismos en cada una de las relaciones. Donde se destacan en la primera y segunda columna los valores más significativos mayores e iguales al 60 % de los encuestados.

Relaciones	Criterios				
	BR	R	PR	MP	NR
Redes informáticas- Redes de datos <b>(RI-RD)</b>	<b>11</b>				
Redes informáticas- Incertidumbre <b>(RI-IC)</b>		<b>8</b>	3		
Redes de datos- información <b>(RD-IN)</b>	<b>10</b>	1			
Redes de datos-Canal de comunicación <b>(RD-CC)</b>	<b>9</b>	2			
Redes de datos- Funciones de transferencia <b>(RD-FT)</b>		<b>8</b>	2		1
Redes de datos- teoría de errores <b>(RD-TE)</b>	2	<b>7</b>	2	1	
Incertidumbre -Funciones de transferencia <b>(IC-FT)</b>		<b>7</b>	1	2	1
Funciones de transferencia - Teoría de errores <b>(FT-TE)</b>	2	3	6		1
Funciones de transferencia - Lógica difusa <b>(FT-LD)</b>	1	6	2		1
Información- Incertidumbre <b>(IN-IC)</b>	5	<b>8</b>		1	
Teoría de errores -Información <b>(TE-IN)</b>	<b>7</b>	4	1		
Información- Lógica difusa <b>(IN-LD)</b>	5	3	2		1
Canal de comunicación- Ancho de banda <b>(CC-AB)</b>	<b>8</b>	2	1	1	
Canal de comunicación-Ruidos en la comunicación <b>(CC-RC)</b>	<b>7</b>	5			
Canal de comunicación- Capacidad del canal <b>(CC-CA)</b>	<b>7</b>	4			
Teoría de errores -Capacidad del canal <b>(TE-CA)</b>	<b>3</b>	<b>7</b>			
Incertidumbre- Lógica difusa <b>(IC-LD)</b>	2	<b>7</b>		1	
Incertidumbre- Teoría de errores <b>(IC-TE)</b>	4	<b>8</b>			
Teoría de errores-Incertidumbre <b>(TE-IC)</b>	<b>7</b>	2	1	1	
Ancho de banda - Incertidumbre <b>(AB-IC)</b>	1	<b>10</b>	1		
Ancho de banda - Capacidad del canal <b>(AB-CA)</b>	<b>8</b>	2			
Ancho de banda-Canal de comunicación <b>(AB-CC)</b>	<b>8</b>	3			
Total	<b>107</b>	<b>93</b>	22	7	5

Tabla 7-Resultados de la encuesta.

En el gráfico que se muestra a continuación RI, RD, IN, FT, CC, CA, RC, IC, TE, LD representan puntos que reciben el nombre de nodos y las líneas que los relacionan son las aristas. En este grafo se representan las relaciones y las dependencias existentes entre las variables.



	RI	RD	IN	FT	CC	CA	AB	RC	IC	TE	LD
RI	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
RD	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
IN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
FT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CC	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
CA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AB	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
RC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IC	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
TE	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
LD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 8-Matriz Booleana.

### LEYENDA:

1: Tiene relación

0: No tiene relación

**RI:** Redes informáticas

**RD:** Redes de datos

**IN:** Información

**FT:** Funciones de transferencia

**CC:** Canal de comunicación

**CA:** Capacidad del canal

**AB:** Ancho de banda

**RC:** Ruidos en la comunicación (Interferencia)

**IC:** Incertidumbre

**TE:** Teoría de errores

**LD:** lógica difusa

En la siguiente tabla se muestra el análisis de los poderes del tipo A o B que se obtienen a partir de los resultados que fueron mostrados en la matriz Booleana, en la cual la suma de las filas nos dará el número total de variables que directamente necesitan de otras, ejemplo I necesita de RL, las variables que tengan el mismo valor tendrán el mismo poder (peso). Al hacer este análisis se logra el orden de las variables con respecto al valor de su poder (tipo A o tipo B). Donde el poder de tipo B es una función del poder de tipo A ( $P_B = f P(A)$ ).

	PA	PB	PA+PB
RI	2	0	<b>2</b>
RD	4	1	<b>5</b>
IN	1	2	<b>3</b>
FT	0	2	<b>2</b>
CC	3	2	<b>5</b>
CA	0	3	<b>3</b>
AB	3	1	<b>4</b>
RC	0	1	<b>1</b>
IC	3	4	<b>7</b>
TE	3	2	<b>5</b>
LD	0	1	<b>1</b>

Tabla 9-Tabla de poder.

### 2.6.3 Análisis estadístico.

En el análisis estadístico realizado se observó que las respuestas dadas por los expertos siguen una distribución normal, por lo cual se realizó el análisis de estadística paramétrica.

Se encontró la media aritmética de los criterios de los expertos por cada elemento, determinando el coeficiente de variación por medio del cálculo de la desviación estándar S.

Si  $S > 1$ , se rechaza el valor promedio calculado y se realiza una nueva ronda de preguntas.

Si  $S < 1$ , se acepta el criterio de los expertos.

Si  $S = 1$ , significa acuerdo total entre los expertos.

Se toma como muestras algunas de las relaciones formadas por las variables RD, CC, AB, IC, TE que fueron las que obtuvieron mayor valor en la tabla de poder.

### **Redes de datos- teoría de errores (RD-TE)**

En el caso de la relación a tratar ninguno de los expertos determinó que existiera relación que respondiera al criterio **Ninguna Relación (NR)** entre las variables.

Cantidad = 12

Promedio = 2.16667

Mediana = 2.0

Varianza = 0.69697

**Desviación Estándar= 0.834847**

Mínimo = 1.0

Máximo = 4.0

Rango = 3.0

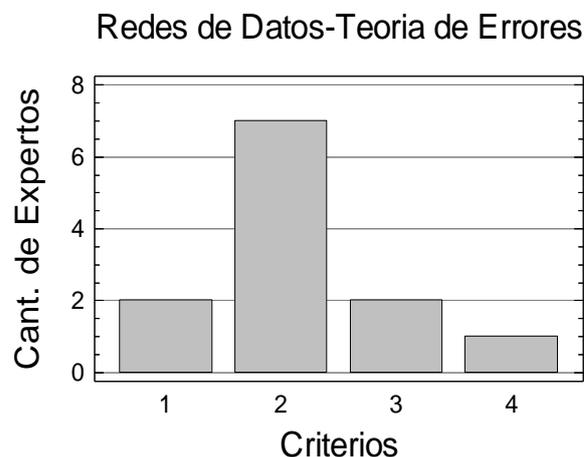


Ilustración 15-Gráfico de barras de la relación Redes de datos- teoría de errores.

En el gráfico se muestra la relación de la concordancia de criterios de los expertos en cuanto a las respuestas en una misma pregunta.

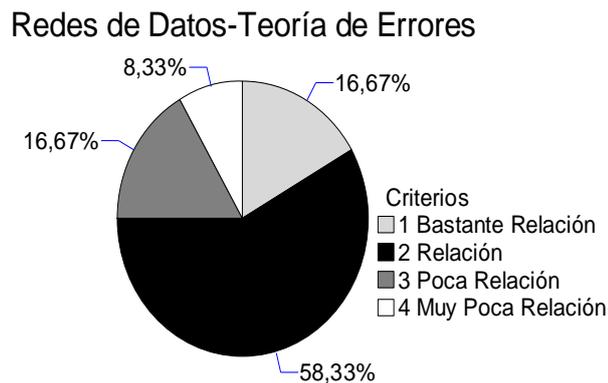


Ilustración 16-Gráfico de pastel de la relación Redes de datos- teoría de errores.

En este gráfico se hace una representación del porcentaje de la concordancia de los expertos, donde se evidencia que el mayor porcentaje lo obtuvo el criterio "Relación" con un 58.33 %.

### **Ancho de banda - Incertidumbre (AB-IC)**

En el caso de la relación a tratar ninguno de los expertos determinó que existiera relación que respondiera a los criterios **Muy poca Relación (MP)** y **Ninguna Relación (NR)** entre las variables.

Cantidad = 12

Promedio = 2,0

Mediana = 2,0

Varianza = 0,181818

**Desviación Estándar = 0,426401**

Mínimo = 1,0

Máximo = 3,0

Rango = 2,0

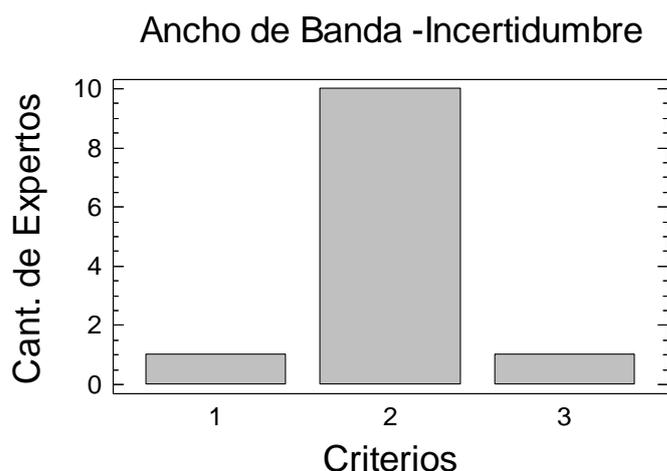


Ilustración 17-Gráfico de barras de la relación Ancho de banda – Incertidumbre.

En este gráfico se muestra la relación de la concordancia de criterios de los expertos en cuanto a las respuestas en una misma pregunta.

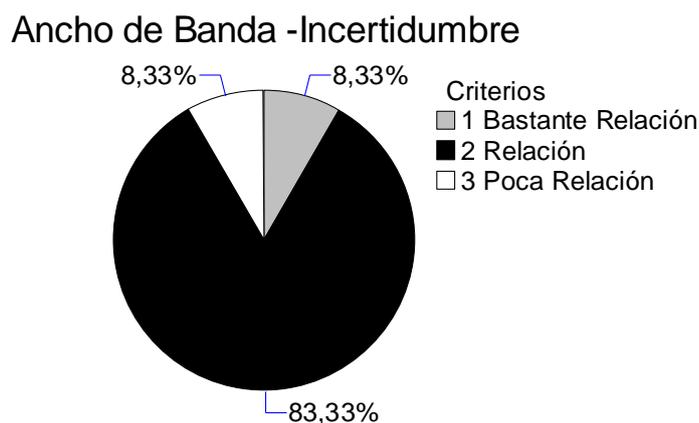


Ilustración 18-Gráfico de pastel de la relación Ancho de banda – Incertidumbre.

En este gráfico se hace una representación del porcentaje de la concordancia de los expertos, donde se evidencia que el mayor porcentaje lo obtuvo el criterio "Relación" con un 83.33 %.

### **Teoría de errores-Incertidumbre (TE-IC)**

En el caso de la relación a tratar ninguno de los expertos determinó que existiera relación que respondiera al criterio **Ninguna Relación (NR)** entre las variables.

Cantidad = 11

Promedio = 1,63636

Mediana = 1,0

Varianza = 1,05455

**Desviación Estándar = 1,02691**

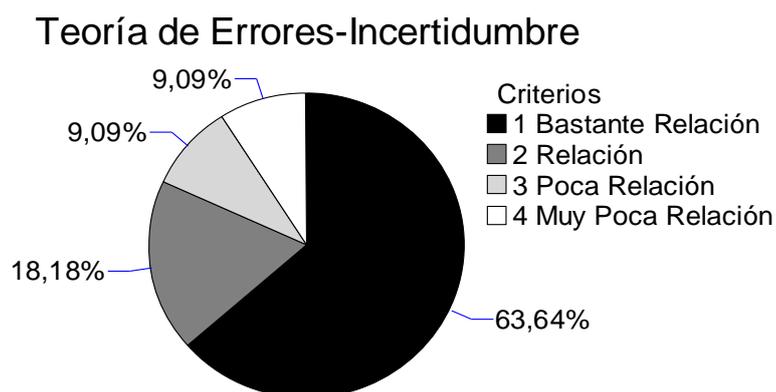
Mínimo = 1,0

Máximo = 4,0

Rango = 3.0



En este gráfico se muestra la relación de la concordancia de criterios de los expertos en cuanto a las respuestas en una misma pregunta.



En este gráfico se hace una representación del porcentaje de la concordancia de los expertos. Donde se evidencia que el mayor porcentaje está dado en los criterios "Bastante relación" y "Relación" con un total de un 81,82%.

### a)-Resumen estadístico de la consulta a expertos.

Se analizan todas las respuestas dadas por los expertos referentes a todas las relaciones mostradas en las encuestas.

Cantidad= 235

Promedio = 1,7617

Mediana = 2,0

Varianza= 0,806219

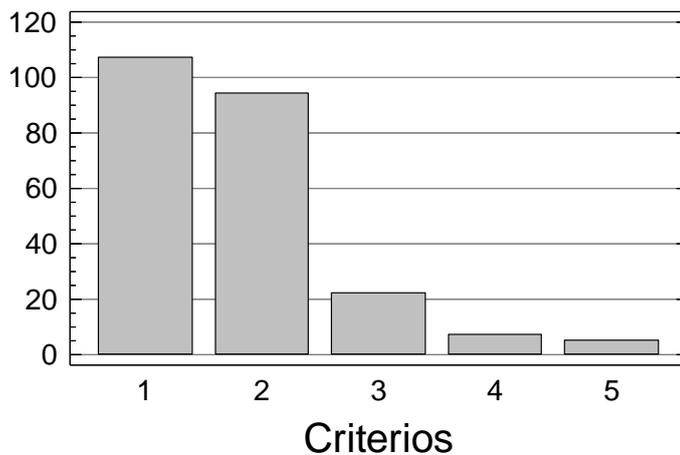
**Desviación Estándar= 0,897897**

Mínimo = 1,0

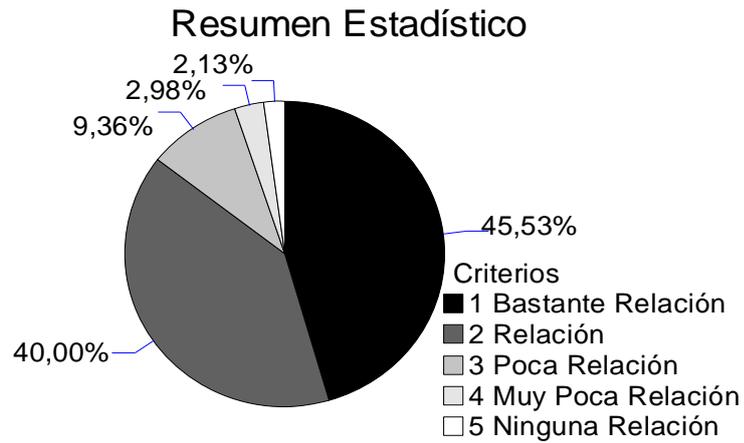
Máximo = 5,0

Rango = 4,0

### Resumen Estadístico



En este gráfico se muestra la relación de la concordancia de criterios de los expertos en cuanto a todas las respuestas dadas, donde se evidencia la validación de los expertos del tema de la investigación.



En este gráfico se hace una representación del porcentaje de la concordancia de los expertos en cuanto a todas las respuestas dadas. Donde el mayor porcentaje está dado en los criterios "Bastante relación" y "Relación" con un total de un 85,53%.

## CAPÍTULO III: PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

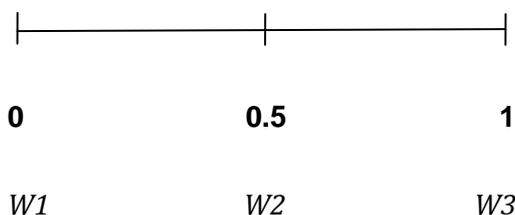
### 3.1-INTRODUCCIÓN.

Se definió el tramo de la red donde se aplicará la incertidumbre, ya al mismo se le realizó las evaluaciones de los errores de hardware existentes. Se evidenciará la propagación los errores a lo largo de la transmisión. Además se realizará el análisis de algunos de los armónicos generados por la serie de Fourier, antes y después de ser introducidos los errores, donde a los mismos se le realizará un cálculo de Incertidumbre de tipo A.

### 3.2-ANÁLISIS DE LA INCERTIDUMBRE Y LA TEORÍA DE ERRORES EN LAS REDES INFORMÁTICAS.

#### 3.2.1- Evaluación de los errores en los componentes de la red del docente 5

El rango a utilizar para dar peso a cada uno de los errores presentes en los componentes de hardware, se ha calculado mediante el método de bisección de un segmento que se realiza en un rango entre 0 y 1, el cual consiste en dividir a la mitad el mismo, cuantas veces sea necesario. Bisecando consecutivamente obtenemos el intervalo 1/16, es decir dividiendo en 16 partes iguales, equivalente a un 6%; valor admisible para las cotas de errores ( $0 < e < 10\%$ ).



Por lo que:

$$w1 = \frac{1}{16} W1$$

$$w2 = \frac{1}{16} W2$$

$$w3 = \frac{1}{16} W3$$

### **Estaciones de Trabajo (workstation):**

Error Instrumental (EI): reparables (w1), reparabilidad desconocida (w2), no reparables (w3).

Error personal (EP): experiencia (w1), poca experiencia (w2), inexperiencia (w3).

Error de redondeo (ER): menor escala (w1), media escala (w2), mayor escala (w3).

Error aleatorio (EA): no existe (w1), se desconoce existencia (w2), existe (w3).

### **Equipos de interconexión:**

- **Conmutadores (Switches).**

Error Instrumental (EI): reparables (w1), reparabilidad desconocida (w2), no reparables (w3).

Error personal (EP): experiencia (w1), poca experiencia (w2), inexperiencia (w3).

Error de método (EM): bueno (w1), regular (w2), inadecuado (w3).

Error aleatorio (EA): no existe (w1), se desconoce existencia (w2), existe (w3).

Error de posición (EPo): buena ubicación (w1), regular ubicación (w2), mala ubicación (w3).

### **Medios de transmisión:**

- **El cable par trenzado.**

#### **UTP (Cable de par trenzado no apantallado).**

Error personal (EP): experiencia (w1), poca experiencia (w2), inexperiencia (w3).

Error de método (EM): bueno (w1), regular (w2), inadecuado (w3).

Error aleatorio (EA): no existe (w1), se desconoce existencia (w2), existe (w3).

- **Fibra óptica.**

## **Fibra multimodal.**

Error personal (EP): experiencia (w1), poca experiencia (w2), inexperiencia (w3).

Error de método (EM): bueno (w1), regular (w2), inadecuado (w3).

Error aleatorio (EA): no existe (w1), se desconoce existencia (w2), existe (w3).

### **3.2.2- Propagación de los errores e incertidumbre en las señales de transmisión.**

Cuando se realizan operaciones con números aproximados, sus errores aparecerán reflejados en el error del número resultante. Dicho efecto puede ser mayor o menor en dependencia de las operaciones y el orden en que se realicen. A este fenómeno de trasmisión del error de un número a otro, se le conoce con el nombre de propagaciones. En el análisis de la serie de Fourier, el cual ha sido realizado a través de las señales de transmisión que son las encargadas de transportar la información en las redes informática, se le añadirá cada uno de los errores provocados por el hardware, donde se evidenciará el fenómeno anteriormente explicado.

Análisis de las señales de trasmisión aplicándole serie de Fourier con la adicción de los errores provocados por el hardware de la red de dato:

$$f(t) = \begin{cases} 0 & 0 < t < 1 \\ 1 & 1 < t < 3 \\ 0 & 3 < t < 6 \\ 1 & 6 < t < 7 \\ 0 & 7 < t < 8 \end{cases} + \sum_{j=1}^k C_j$$

$$g(t) = \frac{1}{2}c + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \text{sen}(2\pi nft) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \text{cos}(2\pi nft)$$

Donde:

$C_j$ : Representan los errores de cada uno de los componentes de hardware por lo que atravesará la señal de transmisión.

K: cantidad de componentes de hardware del subsistema a analizar.

$\sum_{j=1}^k C_j$ : Representa la suma de los errores de cada uno de los componentes ( $C_i$ )

Significa, que a cada señal que se transmita a través de la red se le van a introducir los errores provocados por cada uno de los componentes de hardware por los que tendrá que atravesar la señal, para llegar a su destino. Cada componente va a generar una serie de errores que serán sumados para calcular el error total del hardware provocando de esta forma la propagación del error, y este a su vez, será adicionada al error total de cada uno de los demás componentes de hardware analizados en dicho tramo. La propagación del error provocará variaciones que generaran incertidumbre en la señal analizada.

**3.2.3-Análisis de la Propagación de los errores e incertidumbre en un subsistema del docente 5.**

Para demostrar cómo se relaciona esto con la transmisión de datos en el docente 5, enviaremos un byte de información, que en este caso será el byte que conforma al carácter “b” ASCII, dicho análisis se realizará a través de la señal transmitida de un laboratorio del primer piso, ejemplo desde el Laboratorio 104, hasta una de las aulas del segundo piso, por ejemplo al aula 201.

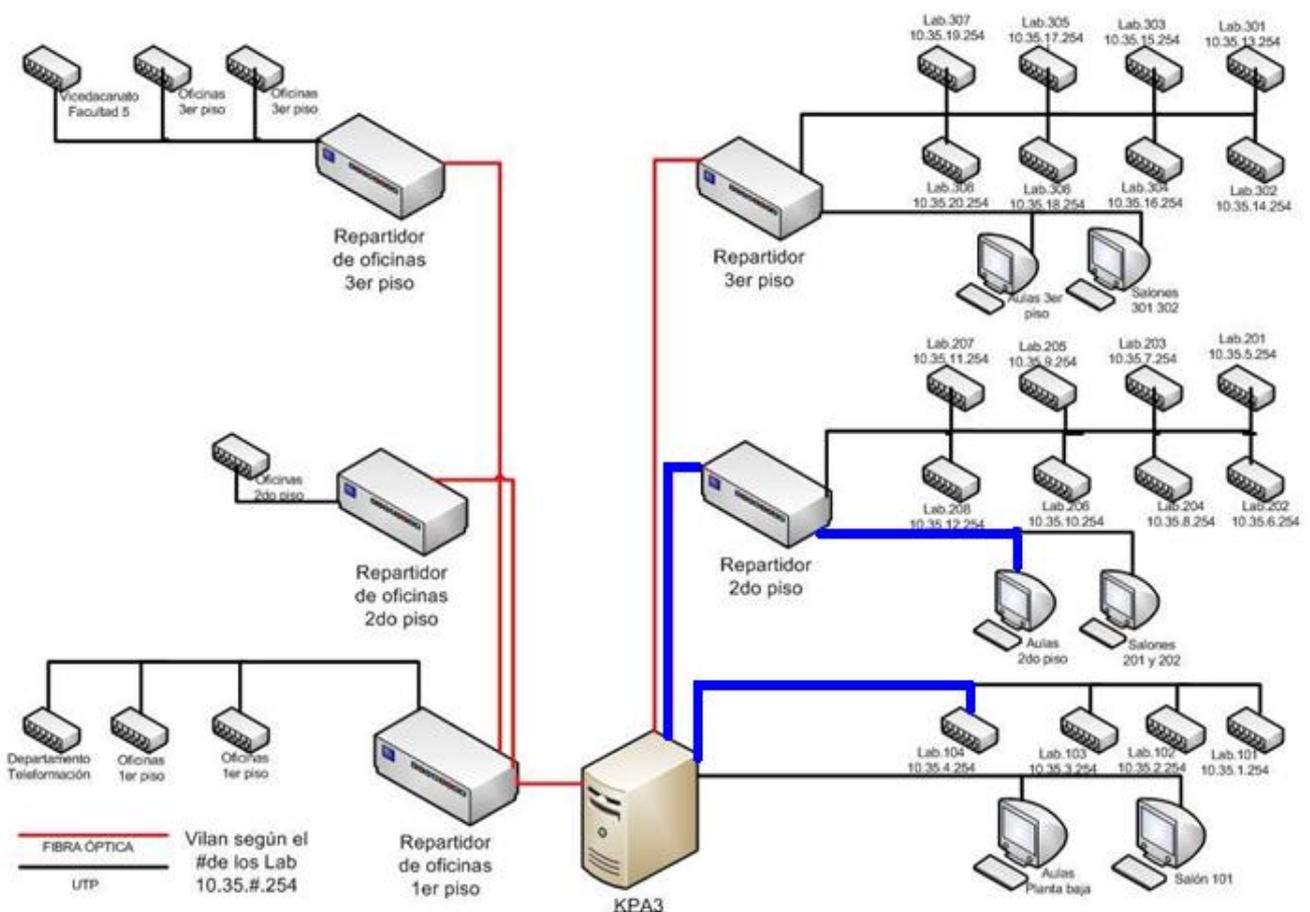


Ilustración 19-Subsistema del docente 5.

Errores de cada uno de los componentes de hardware:

C1: son los errores existentes en el switch del laboratorio 104.

C2: son los errores existentes en el cable UTP del tramo del laboratorio 104 al switch KPA3.

C3: son los errores existentes en el switch central (KPA3) al repartidor del segundo piso de los laboratorios.

C4: son los errores existentes en la fibra del tramo del switch KPA3.

C5: son los errores existentes en el switch del segundo piso.

C6: son los errores existentes en el cable UTP del tramo del repartidor del segundo piso al switch del laboratorio 104.

C7: son los errores existentes en la estación de trabajo (aula 201) a la que fue enviada la información.

Evaluación de los errores de cada uno de los componentes de hardware:

La evaluación de cada uno de los  $C_j$  se basó en la experiencia y conocimiento general de los especialistas, lo que provoca la existencia de la incertidumbre Tipo B en la obtención de los resultados.

$$C1 = EI(W1) + EP(W1) + EM(W2) + EA(W3) + EPo(W1)$$

$$= \frac{1}{16} * W1 + \frac{1}{16} * W1 + \frac{1}{16} * W2 + \frac{1}{16} * W3 + \frac{1}{16} * W1$$

$$= 0,03 + 0,06$$

$$= 0.09$$

$$C2 = EP(W1) + EM(W2) + EA(W3)$$

$$= \frac{1}{16} * W1 + \frac{1}{16} * W2 + \frac{1}{16} * W3$$

$$= 0,03 + 0,06$$

$$= 0.09$$

$$C3 = EI(W1) + EP(W1) + EM(W2) + EA(W3) + EPo(W2)$$

$$= \frac{1}{16} * W1 + \frac{1}{16} * W1 + \frac{1}{16} * W2 + \frac{1}{16} * W3 + \frac{1}{16} * W2$$

$$= 0,03 + 0,06 + 0,03$$

$$= 0.12$$

$$C4 = EP(W1) + EM(W2) + EA(W3)$$

$$= \frac{1}{16} * W1 + \frac{1}{16} * W2 + \frac{1}{16} * W3$$

$$= 0,03 + 0,06$$

$$= 0.09$$

$$C5 = EI(W1) + EP(W1) + EM(W2) + EA(W3) + EPo(W1)$$

$$= \frac{1}{16} * W1 + \frac{1}{16} * W1 + \frac{1}{16} * W2 + \frac{1}{16} * W3 + \frac{1}{16} * W1$$

$$= 0,03 + 0,06$$

$$= 0.09$$

$$C6 = EI(W1) + EP(W1) + ER(W2) + EA(W3)$$

$$= \frac{1}{16} * W1 + \frac{1}{16} * W1 + \frac{1}{16} * W2 + \frac{1}{16} * W3$$

$$= 0,03 + 0,06$$

$$= 0.09$$

$$C6 = EP(W1) + EM(W2) + EA(W3)$$

$$= \frac{1}{16} * W1 + \frac{1}{16} * W2 + \frac{1}{16} * W3$$

$$= 0,03 + 0,06$$

$$= 0.9$$

## 3.2.4-Analisis de Fourier en un subsistema del docente 5 sin tener en cuenta los errores de hardware.

### Función del byte 'b' (01100010)

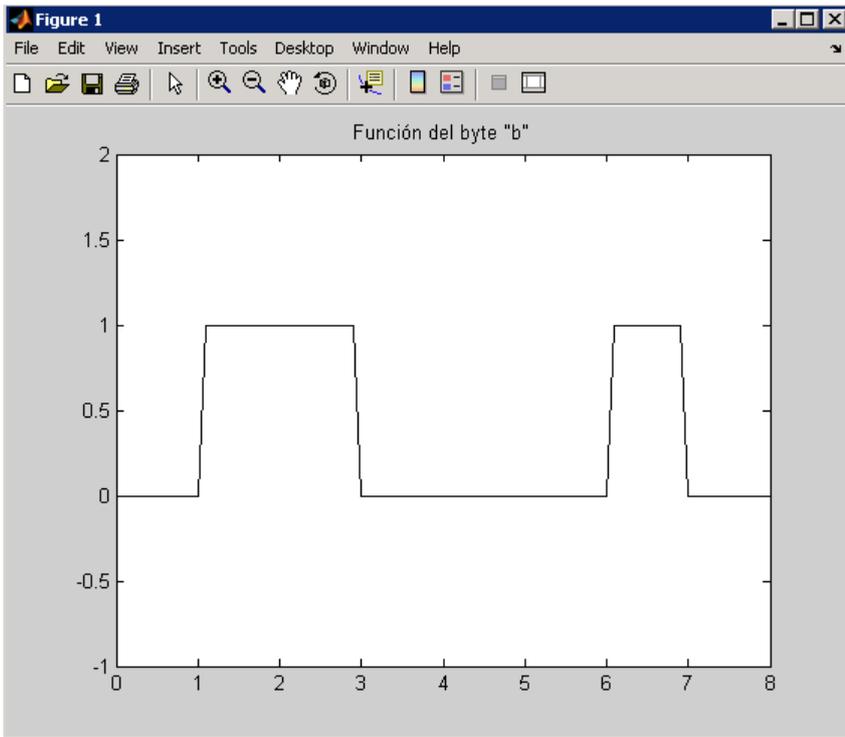


Ilustración 20-Gráfica de la función formada por el byte

a)-Análisis de Fourier del Primer Armónico sin errores de hardware.

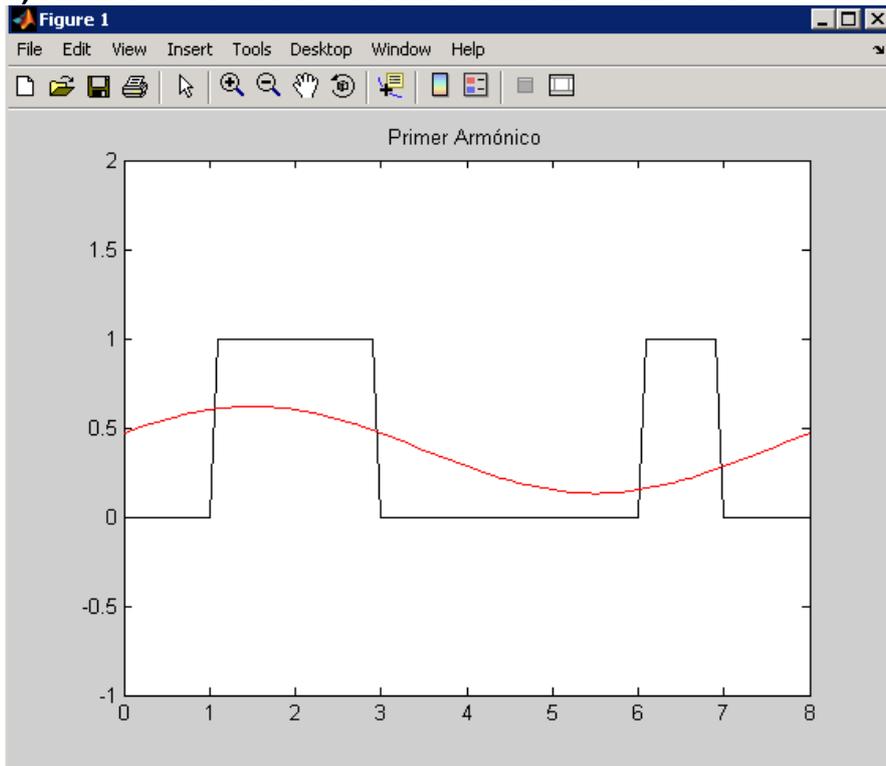


Ilustración 21-Gráfica del Primer Armónico sin errores de hardware.

**Discretización de la señal generada por el Primer Armónico para 29 puntos en T.**

La tabla muestra la discretización de la señal  $f(t)$  en un intervalo de tiempo  $0.5 < t < 7.5$  s con paso  $\Delta t = 0.25$  s en un periodo T.

0.5473	0.5776	0.6001	0.6139	0.6186	0.6139
0.6001	0.5776	0.5473	0.5104	0.4682	0.4225
0.3750	0.3275	0.2818	0.2396	0.2027	0.1724
0.1499	0.1361	0.1314	0.1361	0.1499	0.1724
0.2027	0.2396	0.2818	0.3275	0.3750	-

Tabla 10-Discretización del Primer Armónico sin errores de hardware.

## b)- Análisis de Fourier del Segundo Armónico sin errores de hardware.

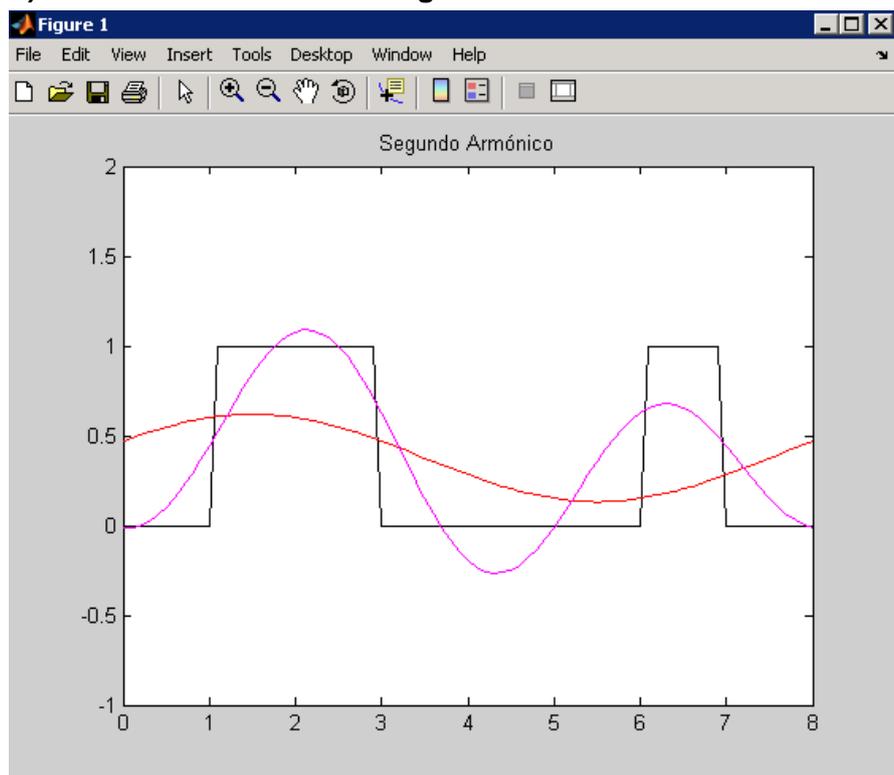


Ilustración 22-Gráfica del Segundo Armónico sin errores de hardware.

### Discretización de la señal generada por el Segundo Armónico para 29 puntos en T.

La tabla muestra la discretización de la señal  $f(t)$  en un intervalo de tiempo  $0.5 < t < 7.5$  s con paso  $\Delta t = 0.25$  s en un periodo T.

0.0971	0.2478	0.4409	0.6496	0.8437	0.9942
1.0775	1.0796	0.9974	0.8401	0.6274	0.3869
0.1499	-0.0527	-0.1957	-0.2624	-0.2474	-0.1573
-0.0092	0.1717	0.3565	0.5163	0.6274	0.6745
0.6529	0.5694	0.4409	0.2918	0.1499	-

Tabla 11-Discretización del Segundo Armónico sin errores de hardware.

c)- Análisis de Fourier del Cuarto Armónico sin errores de hardware.

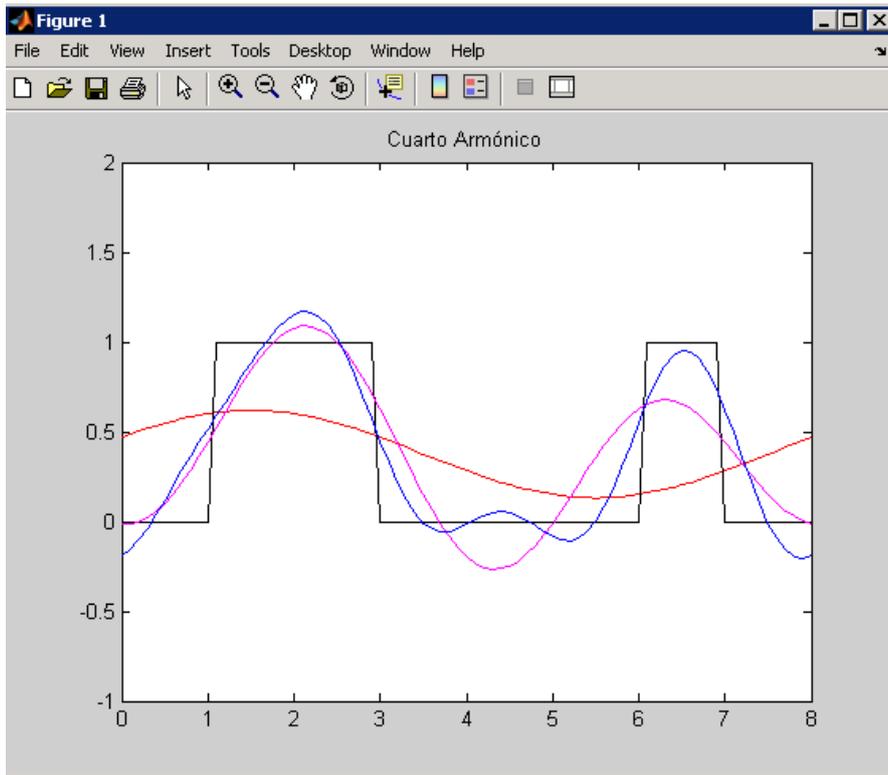


Ilustración 23-Gráfica del Cuarto Armónico sin errores de hardware.

**Discretización de la señal generada por el Cuarto Armónico para 29 puntos en T.**

La tabla muestra la discretización de la señal  $f(t)$  en un intervalo de tiempo  $0.5 < t < 7.5$  s con paso  $\Delta t = 0.25$  s en un periodo T.

0.1176	0.3221	0.5160	0.7001	0.8806	1.0446
1.1526	1.1539	1.0180	0.7604	0.4463	0.1654
-0.0092	-0.0564	-0.0146	0.0424	0.0504	-0.0065
-0.0843	-0.1038	0.0012	0.2407	0.5524	0.8252
0.9507	0.8742	0.6221	0.2882	-0.0092	-

Tabla 12-Discretización del Cuarto Armónico sin errores de hardware.

**d)- Análisis de Fourier del Octavo Armónico sin errores de hardware.**

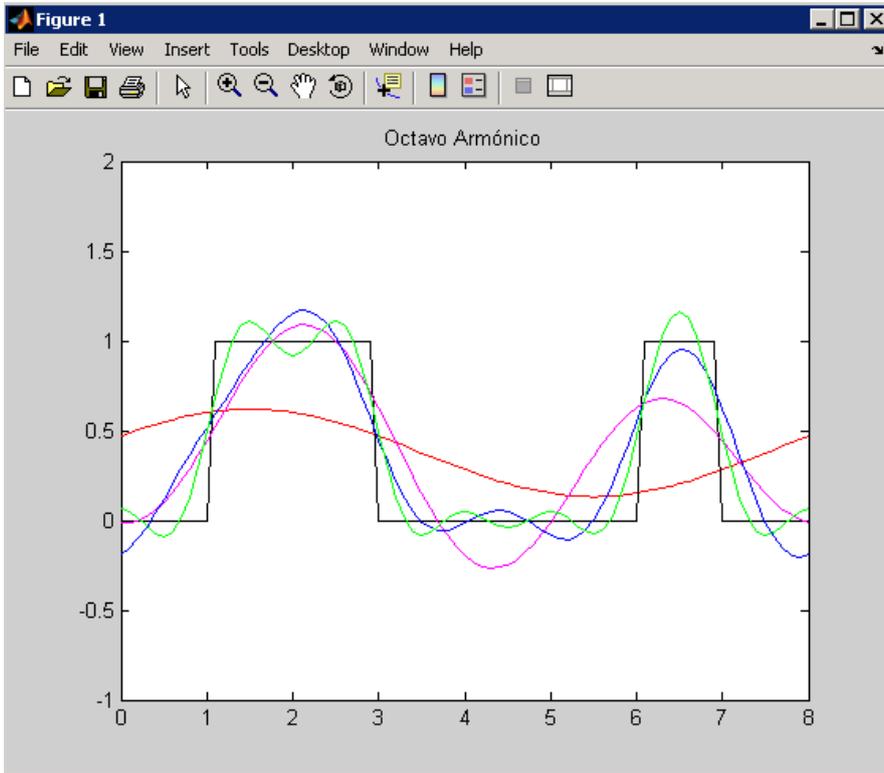


Ilustración 24-Gráfica del Octavo Armónico sin errores de hardware.

**Discretización de la señal generada por el Octavo Armónico para 29 puntos en T.**

La tabla muestra la discretización de la señal  $f(t)$  en un intervalo de tiempo  $0.5 < t < 7.5$  s con paso  $\Delta t = 0.25$  s en un periodo T.

-0.0910	0.0607	0.4918	0.9396	1.1081	1.0069
0.9162	1.0073	1.1094	0.9390	0.4886	0.0617
-0.0843	-0.0101	0.0492	0.0025	-0.0411	0.0014
0.0460	-0.0086	-0.0762	0.0587	0.4704	0.9481
1.1593	0.9491	0.4736	0.0572	-0.0843	-

Tabla 13-Discretización del Octavo Armónico sin errores de hardware.

3.2.5-Análisis de Fourier en un subsistema del docente 5 teniendo en cuenta los errores provocados en el hardware.

$$f(t) = \begin{cases} 0 & 0 < t < 1 \\ 1 & 1 < t < 3 \\ 0 & 3 < t < 6 \\ 1 & 6 < t < 7 \\ 0 & 7 < t < 8 \end{cases} + \sum_{j=1}^k C_j$$

Dónde:

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^K C_j \\ &= \sum_{j=1}^K C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 \\ &= 0,09 + 0,09 + 0,12 + 0,09 + 0,09 + 0,09 + 0,09 \\ &= 0.66 \end{aligned}$$

$$g(t) = \frac{1}{2}c + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \text{sen}(2\pi nft) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos(2\pi nft)$$

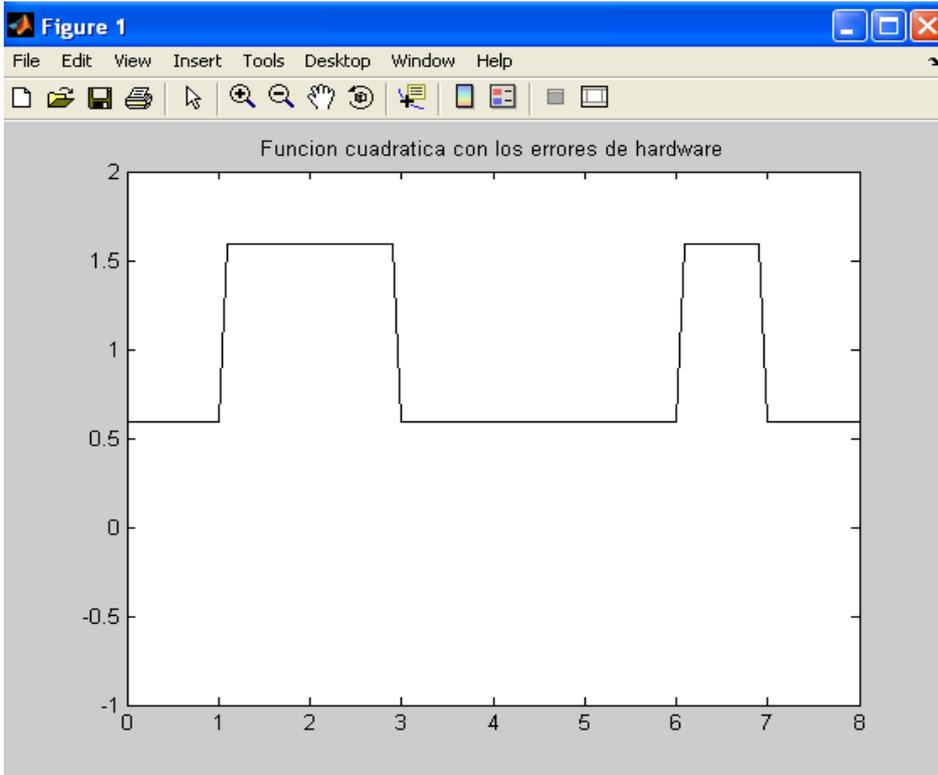


Ilustración 25-Gráfica de la función formada por el byte 'b' con los errores de hardware.

a)- Análisis de Fourier del Primer Armónico.

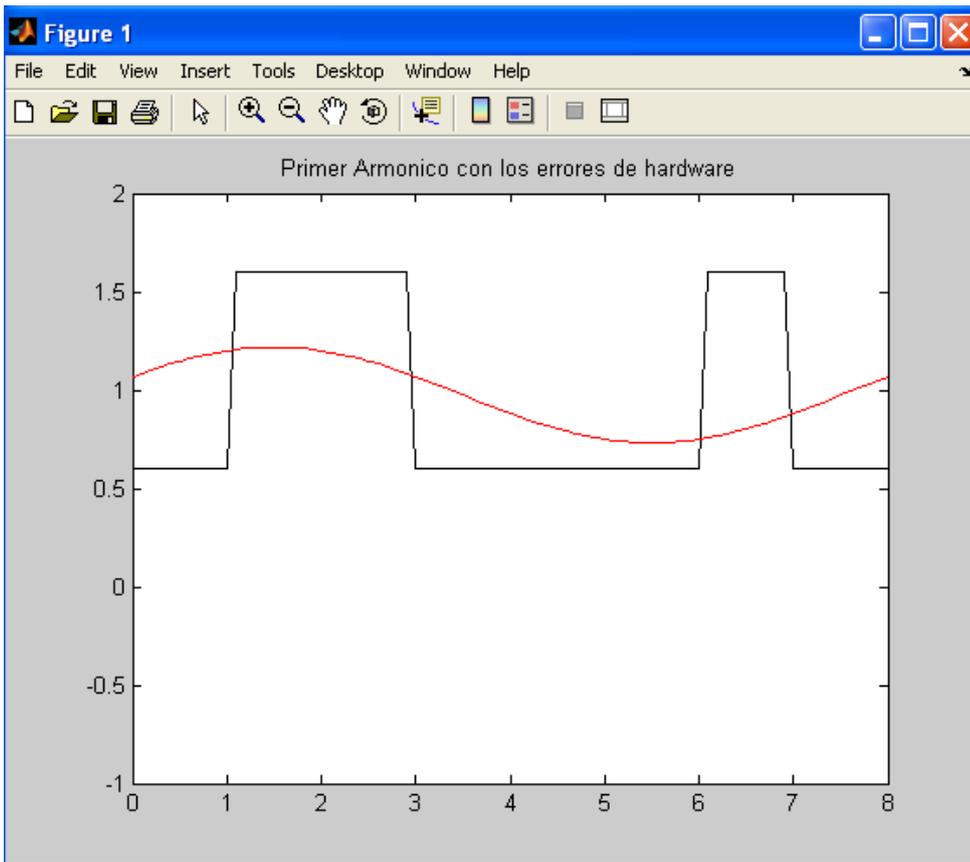


Ilustración 26-Gráfica del Primer Armónico con los errores de hardware.

**Discretización de la señal generada por el Primer Armónico para 29 puntos en T.**

1.1323	1.1626	1.1851	1.1989	1.2036	1.1989
1.1851	1.1626	1.1323	1.0954	1.0532	1.0075
0.9600	0.9125	0.8668	0.8246	0.7877	0.7574
0.7349	0.7211	0.7164	0.7211	0.7349	0.7574
0.7877	0.8246	0.8668	0.9125	0.9600	-

Tabla 14-Discretización del Primer Armónico con los errores.

**b)- Análisis de Fourier del Segundo Armónico.**

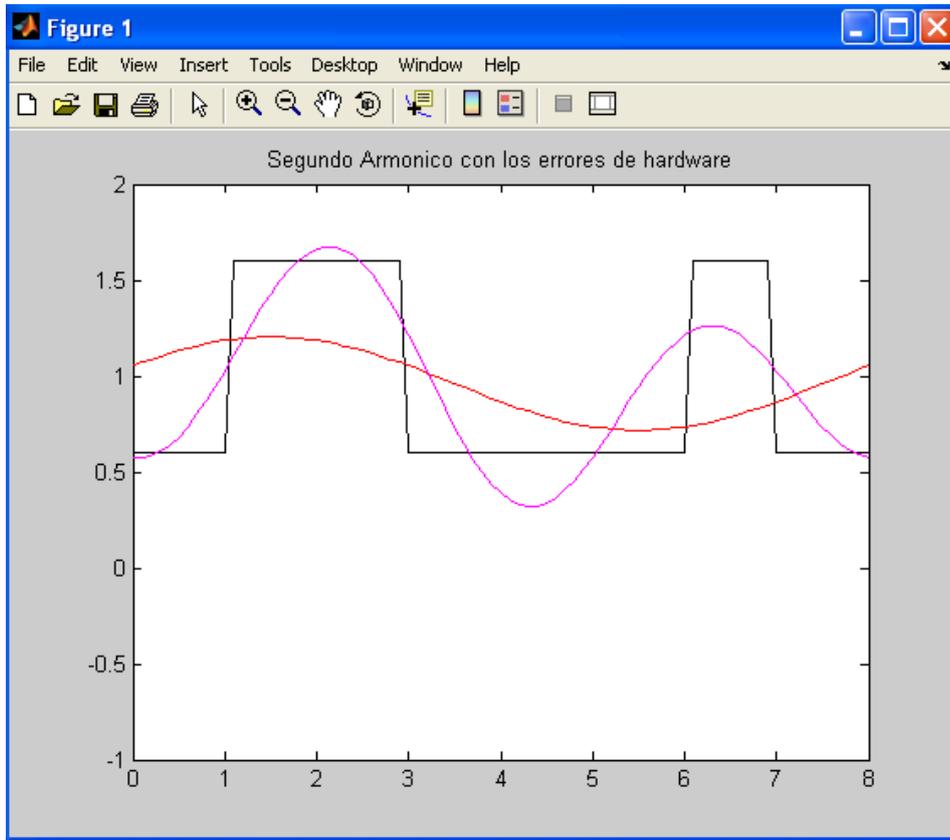


Ilustración 27-Gráfica del Segundo Armónico con los errores de hardware.

**Discretización de la señal generada por el Segundo Armónico para 29 puntos en T.**

La tabla muestra la discretización de la señal  $f(t)$  en un intervalo de tiempo  $0.5 < t < 7.5$  s con paso  $\Delta t = 0.25$  s en un periodo T.

0.6821	0.8328	1.0259	1.2346	1.4287	1.5792
1.6625	1.6646	1.5824	1.4251	1.2124	0.9719
0.7349	0.5323	0.3893	0.3226	0.3376	0.4277
0.5758	0.7567	0.9415	1.1013	1.2124	1.2595
1.2379	1.1544	1.0259	0.8768	0.7349	-

Tabla 15-Discretización del Segundo Armónico con los errores.

c)- Análisis de Fourier del Cuarto Armónico.

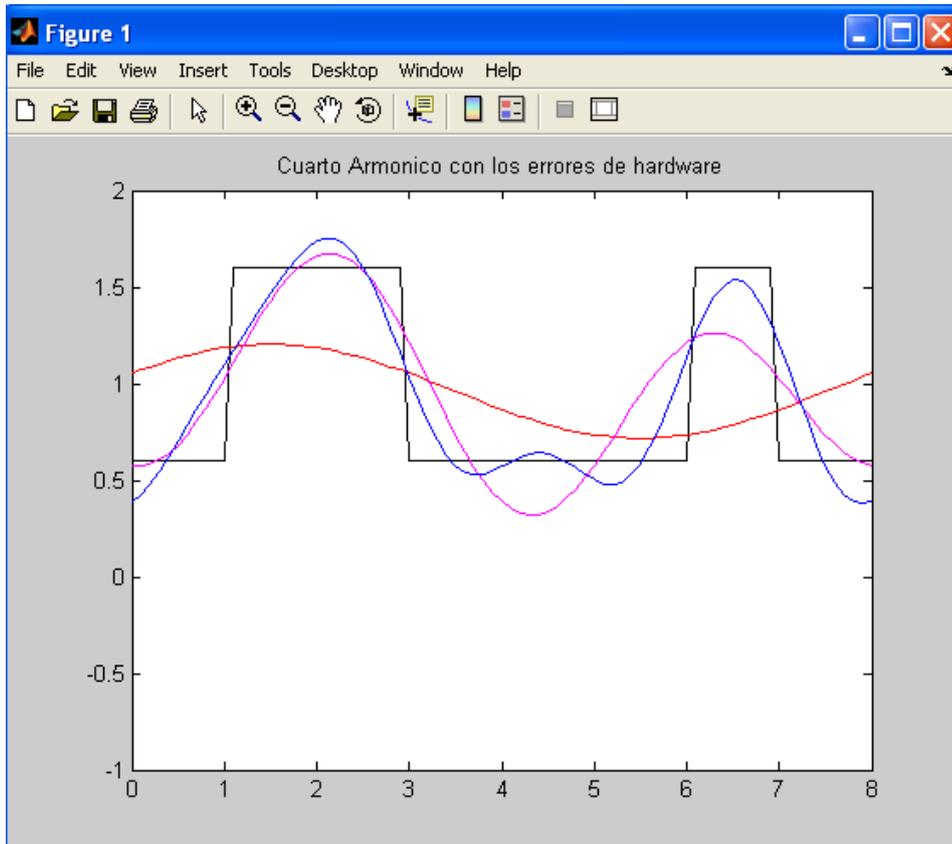


Ilustración 28-Gráfica del Cuarto Armónico con los errores de hardware.

**Discretización de la señal generada por el Cuarto Armónico para 29 puntos en T.**

La tabla muestra la discretización de la señal  $f(t)$  en un intervalo de tiempo  $0.5 < t < 7.5$  s con paso  $\Delta t = 0.25$  s en un periodo T.

0.7026	0.9071	1.1010	1.2851	1.4656	1.6296
1.7376	1.7389	1.6030	1.3454	1.0313	0.7504
0.5758	0.5286	0.5704	0.6274	0.6354	0.5785
0.5007	0.4812	0.5862	0.8257	1.1374	1.4102
1.5357	1.4592	1.2071	0.8732	0.5758	-

Tabla 16-Discretización del Cuarto Armónico con los errores.

d)- Análisis de Fourier del Octavo Armónico.

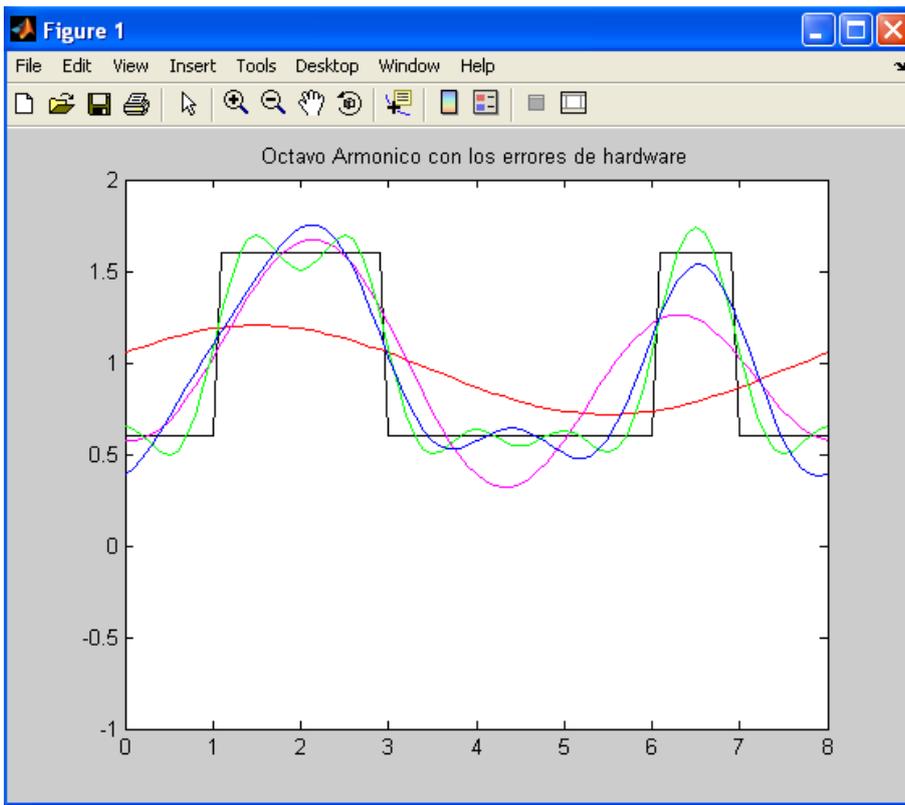


Ilustración 29-Gráfica del Octavo Armónico con los errores de hardware.

**Discretización de la señal generada por el Cuarto Armónico para 29 puntos en T.**

La tabla muestra la discretización de la señal  $f(t)$  en un intervalo de tiempo  $0.5 < t < 7.5$  s con paso  $\Delta t = 0.25$  s en un periodo T.

0.4940	0.6457	1.0768	1.5246	1.6931	1.5919
1.5012	1.5923	1.6944	1.5240	1.0736	0.6467
0.5007	0.5749	0.6342	0.5875	0.5439	0.5864
0.6310	0.5764	0.5088	0.6437	1.0554	1.5331
1.7443	1.5341	1.0586	0.6422	0.5007	-

Tabla 17-Discretización del Octavo Armónico con los errores de hardware.

## 3.2.6-Análisis de la incertidumbre

En el análisis de la incertidumbre estándar al mensurando está dado por la expresión  $f(t)$  correspondiente a cada uno de los armónico.

Fuentes de variabilidad que interviene en el sistema.

- Reacción en la toma de tiempo.
- Instrumento de cálculo de las magnitudes que intervienen en el modelo.
- Precisión de las cifras significativas de los números que intervienen en el análisis.

Se discretizó las señales en el tiempo con períodos  $T$  y  $T/2$  respectivamente. A continuación se muestra el análisis de las desviaciones estándar ( $S$ ) y la Varianza en algunas de las señales.

**La discretización de la señal  $f(t)$  del segundo armónico con los errores de hardware en un intervalo de tiempo  $0.5 < t < 7.5$  s con paso  $\Delta t = 0.25$  s en un período  $T$ .**

Cantidad = 29

Promedio = 0,412369

Varianza = 0,163185

Desviación Estándar = 0,403961

Mínimo = -0,2624

Máximo = 1,0796

**La discretización de la señal  $f(t)$  del cuarto armónico con los errores de hardware en un intervalo de tiempo  $0.5 < t < 7.5$  s con paso  $\Delta t = 0.25$  s en un período  $T$ .**

Cantidad = 29

Promedio = 0,429003

Varianza = 0,182585

Desviación Estándar = 0,4273

Mínimo = -0,1038

Máximo = 1,1539

**La discretización de la señal  $f(t)$  del segundo armónico con los errores de hardware en un intervalo de tiempo  $0.5 < t < 4$  s con paso  $\Delta t = 0.175$  s en un período  $T/2$ .**

Cantidad = 21

Promedio = 0,558386

Varianza = 0,173583

Desviación Estándar = 0,416633

Mínimo = -0,1957

Máximo = 1,0871

La discretización de la señal  $f(t)$  del cuarto armónico con los errores de hardware en un intervalo de tiempo  $0.5 < t < 4$  s con paso  $\Delta t = 0.175$  s en un período  $T/2$ .

Cantidad = 21

Promedio = 0,556986

Varianza = 0,191738

Desviación Estándar = 0,437879

Mínimo = -0,0515

Máximo = 1,1662

### 3.2.7-Análisis de la Incertidumbre Estándar y Expandida.

En la tabla se muestran los parámetros con sus estimadores más frecuentes utilizados en la estadística descriptiva.

	Media	Varianza	Desviación Estándar
Muestra	$\bar{x}$	$S^2$	$S$
Población	$\mu$	$\sigma^2$	$\sigma$

**Tabla 18-** Parámetros de la estadística descriptiva.

La estadística muestral es una medida cuantitativa derivada de un conjunto de datos de una muestra, con el objetivo de estimar o contrastar características de una población o modelo estadístico, donde, la población, también llamada universo o colectivo, es el conjunto de elementos de referencia sobre el que se realizan las observaciones. (36)

La Varianza Experimental de las observaciones estima la Varianza Poblacional a partir de los valores de la Varianza Muestral, que se expresa:

$$s^2(y_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (y_k - \bar{y})^2$$

Donde  $S^2$  representa los datos alrededor de la media y  $n$  la cantidad de observaciones de la muestra.

(37)

La mejor estimación de la Varianza Poblacional  $\sigma^2(\bar{y})$  es  $\frac{\sigma^2}{n}$ . La Varianza experimental de la media  $S^2(\bar{y})$ , cuantifica que tan bien  $\bar{y}$  estima el valor esperado. (38)

$$S^2(\bar{y}) = \frac{s^2(y_i)}{n}$$

Por lo Tanto:

Para un argumento  $y$  determinado a partir de  $n$  observaciones independientes que pudieran ser repetidas, la incertidumbre  $\mu^2(\bar{y})$  va ser igual a la Varianza experimental de la media, llamada comúnmente varianza de tipo A e incertidumbre de tipo A. (39)

$$\mu^2(\bar{y}) = S^2(\bar{y})$$

La desviación estándar llamada también incertidumbre estándar, es la raíz cuadrada positiva de la varianza, por tanto:

$$\mu(\bar{y}) = S(\bar{y})$$

Nota:

El número de observaciones debe ser suficientemente grande para asegurar que  $\bar{y}$  es una estimación confiable del valor esperado  $\mu_y$  de la variable aleatoria  $y$ , y que  $S^2(\bar{y})$  es una estimación confiable de la varianza poblacional  $\sigma^2(\bar{y})$ . (40)

En la siguientes tablas se muestran los distintos valores de las varianza  $S^2$  y de  $S^2(\bar{y})$

En la tabla se muestran los valores obtenidos de varianza, desviación estándar e incertidumbre en 4 armónicos discretizada con 29 puntos, donde se evidencia que tanto para la señal con errores o sin errores de hardware, se obtuvieron los mismos valores de Incertidumbre Estándar.

Número de Armónicos	Varianza	Incertidumbre de la varianza	Desviación Estándar	Incertidumbre Estándar
n	$S^2$	$S^2(\bar{y})$	$S$	$S(\bar{y})$
1	0,033	0,001	0,182	0,032
2	0,163	0,005	0,404	0,070
4	0,183	0,006	0,428	0,077
8	0,226	0,007	0,475	0,084

Tabla 19-Análisis estadístico de los armónicos.

La Incertidumbre estándar se puede calcular en función de la desviación estándar donde, a medida que aumenta la desviación estándar aumentará la incertidumbre o viceversa.(41)

### Análisis de la Incertidumbre Expandida

La Incertidumbre Expandida es una función de la Incertidumbre Estándar

$$U = f(\mu(\bar{y}))$$

$$U = K\mu_c(y)$$

En la investigación realizada se tomaron diferentes valores de k, para las señales con errores de hardware se trabajó con un 99% de nivel de confianza, correspondiendo este con el valor k=3, este nivel de confianza está dado por la aproximación de la señal al modelo matemático real. Para las señales sin errores de hardware se trabajó con un nivel de confianza de un 95 %, al cual corresponde un valor k=2,y está dado por la aproximación de la señal al modelo matemático ideal.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Incertidumbre Estándar	Incertidumbre Expandida con errores de hardware	Incertidumbre Expandida sin errores de hardware
$\mu(\bar{y})$	$U$	$U$
0,032	0,096	0,064
0,070	0,210	0,140
0,077	0,231	0,154
0,084	0,252	0,168

Tabla 20-Cálculo de las incertidumbres expandidas.

### Resultados Obtenidos:

Es de destacar que no hubo variación en la Incertidumbre estándar entre los armónicos con los errores de hardware y los mismos sin los errores, esto se debe en gran medida a que en el ejemplo mostrado, la señal de entrada fue un pulso rectangular y al incrementar el valor de los errores de hardware, es decir una constante, la misma mantiene su forma rectangular, lo que desplazada en el eje de las ordenadas, lo que no entorpece la dispersión de los datos discretizados, demostrándose que la incertidumbre estándar no varía en función de los errores de hardware.

No ocurre lo mismo con el análisis de la incertidumbre expandida donde se observa un incremento en los valores de incertidumbres de las señales con los errores de hardware.

Se observa además, que la diferencia entre el modelo real y el aproximado es muy pequeño, lo que significa que el error inherente disminuye proporcionalmente con relación a los valores de incertidumbre.

## ANEXOS

**Código en Matlab de la función del byte 'b' (01100010).**

```
>> %Gráfica de la función
>> x=0:0.1:8;
>> f=(0).*((0<x)&(x<1))+(1).*((1<x)&(x<3))+0).*((3<x)&(x<6))+1).*((6<x)&(x<7))+0).*((7<x)&(x<8));
>> Plot (x,f,'k')
>> axis([0,8,-1,2]);
```

**Código en Matlab del análisis de Fourier del Primer Armónico sin los errores de hardware.**

```
>> hold on
>> x=0:0.1:8;
>> n=1;
>>y=(3/8)+(1/(n*pi))*[sin((3*pi*n)/4)-sin((pi*n)/4)+sin((7*pi*n)/4)-
sin((3*pi*n)/2)].*cos((n*pi*x)/4)+(1/(n*pi))*[-cos((3*pi*n)/4)+cos((pi*n)/4)-
cos((7*pi*n)/4)+cos((3*pi*n)/2)].*sin((n*pi*x)/4);
>> y1=y;
>> g1=y1;
>> plot(x,g1,'r')
```

**Código en Matlab del análisis de Fourier del Segundo Armónico sin los errores de hardware.**

```
>> hold on
>> x=0:0.1:8;
>> n=2;
>>y2=(1/(n*pi))*[sin((3*pi*n)/4)-sin((pi*n)/4)+sin((7*pi*n)/4)-sin((3*pi*n)/2)].*cos((n*pi*x)/4)+(1/(n*pi))*[-
cos((3*pi*n)/4)+cos((pi*n)/4)-cos((7*pi*n)/4)+cos((3*pi*n)/2)].*sin((n*pi*x)/4);
>> g2=y1+y2;
>> plot(x,g2,'m')
```

---

**Código en Matlab del análisis de Fourier del Cuarto Armónico sin los errores de hardware.**

```
>> hold on
>> x=0:0.1:8;
>> n=4;
>>y4=(1/(n*pi))*[sin((3*pi*n)/4)-sin((pi*n)/4)+sin((7*pi*n)/4)-sin((3*pi*n)/2)].*cos((n*pi*x)/4)+(1/(n*pi))*[-
cos((3*pi*n)/4)+cos((pi*n)/4)-cos((7*pi*n)/4)+cos((3*pi*n)/2)].*sin((n*pi*x)/4);
>> g4=y1+y2+y3+y4;
>> plot(x,g4,'b')
```

**Código en Matlab del análisis de Fourier del Octavo Armónico sin los errores de hardware.**

```
>> hold on
>> x=0:0.1:8;
>> n=8;
>>y8=(1/(n*pi))*[sin((3*pi*n)/4)-sin((pi*n)/4)+sin((7*pi*n)/4)-sin((3*pi*n)/2)].*cos((n*pi*x)/4)+(1/(n*pi))*[-
cos((3*pi*n)/4)+cos((pi*n)/4)-cos((7*pi*n)/4)+cos((3*pi*n)/2)].*sin((n*pi*x)/4);
>> g8=y1+y2+y3+y4+y5+y6+y7+y8;
>> plot(x,g8,'g')
```

### CONCLUSIONES

En la investigación se realizó un análisis de los principales conceptos y características de las redes de datos, donde se enfatizó en los componentes de hardware de la misma. Se tomó como muestra para su realización el entorno del docente 5. A cada uno de estos componentes se les analizó en busca de posibles fuentes de errores, para demostrar como los mismos afectan a la señal de transmisión a través del análisis de la serie de Fourier que constituye la base teórica de la transmisión de información. La teoría de la incertidumbre aplicada a dicho análisis permitirá verificar el funcionamiento de las mismas. Se demostró que la incertidumbre estándar no varía, pero la Incertidumbre expandida incrementó en función de los valores de hardware. La importancia de realizar este tipo de investigación fue validada mediante el análisis estadístico aplicado a las respuestas dadas por un panel de expertos en el tema.

### RECOMENDACIONES

Continuar una investigación más profunda sobre el análisis de la teoría de errores e incertidumbre en las redes de datos de la UCI, con el objetivo de detectar y disminuir los diferentes tipos de errores que influyen en la misma, que sin duda entorpece el trabajo de sus usuarios.

Incorporar el análisis de incertidumbre en la modelación de procesos reales, con el objetivo de disminuir el error inherente, dándole más validez a los modelos obtenidos.

Utilizar métodos inductivos donde se incrementen los distintos tipos de señales.

### BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA

1. Astigarraga, Eneko. *EL MÉTODO DELPHI*. s.l. : San Sebastián, Donostia.
2. Morilla, Antonio. *INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE DATOS DIFUSOS*. Berkeley. California, 1993.
3. Moroto, Alicia. *INCERTIDUMBRE Y PRECISIÓN*. s.l. : Pl. Imperial Tàrraco ,2001.
4. Quirantes, Arturo. *TEORÍA DE ERRORES*.
5. Tanenbaum, Andrew S. *REDES DE COMPUTADORES (cuarta edición)*. Naucalpan de juarez, Mexico : s.n., 2003.
6. Tomasi, Wayne. *SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS (cuarta edición)*. Naucalpan de juarez, Mexico : s.n., 2003
7. Trapet, Eugen. *LA INCERTIDUMBRE EN MEDICIONES CON MCS*.
8. *GUÍA BIPM/ISO PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN MEDICIONES*. Querétaro, México: s.n., 1994.
9. Gil, Salvador and Rodriguez, Eduardo. *TEORÍA DE ERRORES –INCERTEZA EN LA MEDICIÓN*.1999.
10. D.Black, Uyles .*REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS Y PROCESOS DISTRIBUIDOS*. Madrid, España : s.n., 1987.
11. Cabrera ,Juan F. *TRABAJANDO EN REDES*. Cuba: s.n. 2001
12. Alvarez Blanco, Manuel. *MATEMÁTICA NUMERICA*. 2003.
13. Joscowicz, José. *REDES DE DATOS*. Montevideo, Uruguay:sn., 2007.

### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. **Lozano Quiroz, Juventino.** *INCERTIDUMBRE ASOCIADA EN LA CALIBRACIÓN Y MEDICIÓN EMPLEANDO UNA CMM.* 2005.
2. **Trapet, Eugen.** *LA INCERTIDUMBRE EN MEDICIONES CON MCs.*
3. **Schmid, Wolfgang A and Lazos Martínez, Ruben J.** *GUÍA PARA ESTIMAR LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN.* . El Marqués, Qro., México , : s.n., 2004.
4. **Watkins, Thayer.** *LA LÓGICA DE LOS CONJUNTOS BORROSOS.*
5. **Gil Aluja, Jaime.** *GÉNESIS DE UNA TEORÍA DE LA INCERTIDUMBRE.*
6. **Andrew S, Tanenbaum.** *REDES DE COMPUTADORES (tercera edición).* Naucalpan de juarez, Mexico : s.n, 1997.
7. **Stallings, William.** *COMUNICACIONES Y REDES DE COMPUTADORES(quinta edición).* Madrid,España,:s.n., 2000.
8. **Ashok, Ambardar.** *PROCESAMIENTO DE SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES.* 2002.
9. **Pallás Areny, Ramón.** *ADQUISICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE SEÑALES.* Barcelona,España,:s.n.,1993
10. **Castells, Manuel.** *LA ERA DE LA INFORMACIÓN( Vol. 1 La Sociedad Red).*
11. **Pelayo, Mendez.** *TEMAS RELEVANTES DE LA MATEMÁTICA ACTUAL.*
12. **Gonzalez, Genaro.** *SERIE DE FOURIER ,TRANSFORMADA DE FOURIER Y APLICACIONES.* SI.: Maracaibo, Venezuela, 1997.
13. **Maroto, Alicia and Boqué, Ricard.** *ESTRATEGIAS PARA EL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE.* s.l. : Pl. Imperial Tàrraco, 2002. 1. 43005.
14. **Juan, Asunción R. De.** *ESTADÍSTICAS, CERTEZA E INCERTIDUMBRE.* [En línea] 2001-2002.  
<http://divulgamat.ehu.es/weborriak/TestuakOnLine/Hasierakolkasgaiak/rubio2001-02.doc>.
15. **Moreno, J. Ángel.** *METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE.* México: s.n., 2005.
16. **Rafael y Bello Pérez, Rafael.** *SOLUCION DE PROBLEMAS BAJO INCERTIDUMBRE.* Villa Clara, Cuba,: s.n., 1998.