

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**CARRERA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES

**TEMA:**

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA Y EQUIPO DE AUDIOMETRÍA DE  
ALTAS PRESTACIONES, INSTRUMENTADA A TRAVÉS DE LABVIEW Y  
UNA TARJETA DE SONIDO PARA VALORAR EL NIVEL DE AUDICIÓN  
EN LA COMUNIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

**POSTULANTES:**

ATENCIO VIZCAÍNO HEBERT LEÓNIDAS  
BEDÓN QUEVEDO PATRICIA MARICELA  
MORENO GAVILÁNEZ EDWIN HERNÁN

**DIRECTORA DE TESIS:**

ING. VERÓNICA TAPIA MSc.

**LATACUNGA - ECUADOR**

**2008**

## **AUTORÍA**

Los autores certifican que la investigación, redacción y propuesta del presente trabajo son de su exclusiva autoría.

-----  
ATENCIO VIZCAÍNO  
HEBERT LEÓNIDAS  
**CI:** 040083700-1

-----  
BEDÓN QUEVEDO  
PATRICIA MARICELA  
**CI:** 050231257-2

-----  
MORENO GAVILÁNEZ  
EDWIN HERNÁN  
**CI:** 050173966-8

## **AVAL DE LA DIRECTORA DE TESIS**

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo IV, (art. 9 literal f), del reglamento del curso profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, informo que los postulantes ATENCIO VIZCAÍNO HEBERT LEÓNIDAS, BEDÓN QUEVEDO PATRICIA MARICELA, MORENO GAVILÁNEZ EDWIN HERNÁN, han desarrollado su tesis de grado de acuerdo al planteamiento formulado en el plan de tesis con el tema:

“IMPLEMENTACIÓN UNA CABINA Y EQUIPO DE AUDIOMETRÍA DE ALTAS PRESTACIONES, INSTRUMENTADA A TRAVÉS DE LABVIEW Y UNA TARJETA DE SONIDO PARA VALORAR EL NIVEL DE AUDICIÓN EN LA COMUNIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”, cumpliendo de esta manera los objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto considero que la presente tesis se encuentra habilitada para que los postulantes se presenten al acto de la defensa respectiva.

Latacunga, 18 de Junio del 2008.

Ing. Verónica Tapia MSc.

Directora de Tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

Al término del trabajo investigativo, queremos dejar constancia del profundo reconocimiento y gratitud, a la Universidad Técnica de Cotopaxi que nos abrió las puertas para continuar con los estudios, en especial a nuestra directora de tesis a la Ing. Verónica Tapia, quien con sus valiosos aportes curriculares facilitó los medios para culminar el trabajo investigativo; y, a nuestros profesores que aportaron para mejorar nuestro aprendizaje.

ATENCIO HEBERT

BEDÓN PATRICIA

MORENO EDWIN

## **DEDICATORIA**

Con devoción y orgullo este esfuerzo pequeño pero de justa retribución por los cimientos que sembraron en nuestro espíritu, dedicamos a Dios, a nuestros padres quienes con nobleza y entusiasmo siempre estuvieron a nuestro lado en los momentos más difíciles, depositando en nosotros su apoyo y confianza para ser útiles a la sociedad y especialmente a nuestras familias por la paciencia y comprensión que nos han sabido dar. Todos hicieron posible la culminación de una etapa importante en nuestra vida al alcanzar un triunfo más en nuestra carrera profesional.

## ÍNDICE

CONTENIDOS	Págs.
<b><i>CAPITULO I</i></b> _____	<b><i>1</i></b>
<b><i>INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL Y EQUIPO AUDIOMÉTRICO</i></b> _____	<b><i>1</i></b>
<b><i>1. LabVIEW</i></b> _____	<b><i>1</i></b>
<b>1.1.- Introducción a la Instrumentación Virtual con LabVIEW</b> _____	<b>2</b>
1.1.1.- Diseño de Instrumentos Virtuales _____	2
1.1.2.- Control de Dispositivos a Través de Labview _____	8
1.1.2.1.- DAQ, I/O _____	8
1.1.2.2.- Comunicación con tarjetas DAQ. _____	8
1.1.2.3.- Comunicación a través de un puerto de GPIB. _____	10
1.1.2.4.- Comunicaciones dinámicas entre programas de Windows DDE _____	10
1.1.2.5.- Para usuarios con INPORT, OUTPORT. _____	11
1.1.3. Aplicaciones de LabVIEW y Tarjeta de Sonido _____	11
1.1.3.2.- Tarjeta de Sonido _____	12
<b>1.2.- Audiometría</b> _____	<b>13</b>
1.2.1.- Estructura del Oído _____	14
1.2.2.- Enfermedades del Oído _____	17
1.2.2.1.- Enfermedades del Oído externo _____	17
1.2.2.2.- Enfermedades del Oído Medio _____	20
1.2.2.3.- Enfermedades del Oído interno _____	21
1.2.3.- Equipos Audiométricos _____	21
1.2.4. Examen Audiométrico _____	26
<b><i>CAPITULO II</i></b> _____	<b><i>30</i></b>
<b><i>RECOLECCIÓN, PROCESAMIENTO DE DATOS, REQUISITOS Y ANÁLISIS DEL SISTEMA,</i></b> _____	<b><i>30</i></b>
<b>2.1. Introducción</b> _____	<b>30</b>
<b>2.2. Población a Investigar</b> _____	<b>31</b>
<b>2.3. Operacionalización de las variables</b> _____	<b>32</b>
<b>2.4. Recolección y procesamiento de Datos</b> _____	<b>34</b>
2.4.1. Presentación y análisis de resultados _____	35

<b>2.5. Consideración del diseño del Sistema Audiométrico.</b>	<b>45</b>
2.5.1. Introducción a los Requisitos	45
2.5.1.2. <i>Presentación general</i>	46
2.5.1.3. <i>Usuarios</i>	46
2.5.1.4. <i>Metas</i>	47
2.5.1.5. <i>Funciones del sistema.</i>	47
2.5.1.6. <i>Funciones básicas de la cabina</i>	49
2.5.2. Introducción a los casos de uso	51
2.5.2.1. <i>Actividades y dependencias</i>	51
2.5.2.2. <i>Casos de uso</i>	51
2.5.2.3. <i>Actores</i>	52
2.5.2.4. <i>Modelo de casos de uso de la aplicación</i>	52
2.5.3. Descripción de procesos	53
2.5.3.1. <i>Casos de uso de alto nivel</i>	53
2.5.3.2. <i>Casos de uso expandidos del sistema</i>	53
2.5.3.3. <i>Clasificación y programación de los casos de uso</i>	55
2.5.4. Ciclo de desarrollo	56
2.5.5. Modelo conceptual de la aplicación	57
2.5.5.1. <i>Agregación de las asociaciones.</i>	59
2.5.5.2. <i>Agregación de los atributos</i>	61
2.5.6. Diccionario de datos	62
2.5.7. Especificaciones adicionales.	63
2.5.7.1. <i>Comportamiento de los sistemas.</i>	63
2.5.7.2. <i>Diagramas de la secuencia del sistema.</i>	63
2.5.7.3. <i>Contratos.</i>	64
2.5.8. Análisis de circuitos.	66
2.5.8.1. <i>Circuito del equipo audiométrico</i>	66
<b>2.6. Verificación de la Hipótesis</b>	<b>67</b>
<b>CAPITULO III</b>	<b>68</b>
<b>DISEÑO Y MODELACIÓN DEL SISTEMA.</b>	<b>68</b>
<b>3.1.- Justificación</b>	<b>68</b>
<b>3.2 Consideración de la implementación del equipo audiométrico.</b>	<b>69</b>

3.2.1	Introducción al diseño	69
3.2.2	Descripción de los casos de uso reales	74
3.2.3	Diagramas de colaboración	76
3.2.4	Asignar responsabilidades.	78
3.2.5	Diseño y construcción de placas y circuitos	80
3.2.5.1	<i>Circuito Audiométrico</i>	80
3.2.6	Algunos Aspectos del diseño del Sistema	81
3.2.7	Modelo de despliegue	82
3.2.8	Implementación de la solución con LabVIEW	83
<b>3.3.</b>	<b>Pruebas de verificación y control</b>	<b>86</b>
3.3.1	Implementación de un plan de pruebas.	86
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>91</b>
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES	92
	<i>Bibliografía</i>	93
	Bibliografía Básica	93
	Bibliografía Citada	93
	Bibliografía Consultada	94
	Bibliografía Virtual	94
	<b>ANEXOS</b>	<b>96</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

Págs.

Figura. 1.1. Interfaz de LabVIEW 1 .....	96
Figura.1.2 Panel Frontal. ....	96
Figura.1.3 Diagrama de Bloques. ....	97
Figura.1.4 Paletas de Trabajo. ....	97
Figura.1.5 Paletas de Trabajo. ....	97
Figura.1.6 Menu Operate. ....	97
Figura.1.7 Controles Numéricos .....	98
Figura.1.8 Controles Boolean .....	98
Figura.1.9 Controles Gráficos .....	98
Figura.1.10 Menú de Funciones .....	99
Figura.1.11 Structs&Constants .....	99
Figura.1.12 Arithmetic .....	99
Figura.1.13 Trig & Log .....	100
Figura.1.14 Comparación .....	100
Figura.1.15 Conversiones .....	100
Figura.1.16 String .....	101
Figura.1.17 Array & Clúster .....	101
Figura.1.18 File I/O .....	102
Figura.1.19 Time Dialog .....	102
Figura.1.20 Miscellaneous .....	102
Figura.1.21 Utility .....	103
Figura.1.22 Inport, Outport .....	103
Figura.1.23 Tarjeta de Sonido .....	103
Figura.1.24 Estructura del Oído .....	104
Figura.1.25 Estructura del Oído Externa .....	104
Figura.1.26 Estructura Oído Interno .....	105
Figura.1.27 Audiometría Normal .....	105
Figura.1.29 Hipoacusia de conducción .....	106
Figura.1.29 Hipoacusia de percepción.....	106
Formulario 1.1.....	107

## RESUMEN

Los autores del presente proyecto se han propuesto un reto a la investigación y desarrollo orientado a la medicina y la informática con la implementación de un audiómetro para el centro médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el mismo que brindará un servicio más a la comunidad universitaria a través del Departamento de Bienestar Universitario. Mediante éste servicio se podrá determinar el grado de audición del personal docente, estudiantes, empleados, trabajadores y de la comunidad en general.

El audiómetro virtual, es un sistema que permite evaluar la capacidad auditiva mediante la realización de una prueba de audiometría aérea. Éste sistema se desarrolló utilizando la plataforma de instrumentación virtual LabView 8.2.1.

LabVIEW está preparado para implementar formas de ondas complejas, arbitrarias y de distintas frecuencias. Estas señales se pueden amoldar, ampliar, sumar, etc. y luego reproducirlas por la placa de sonido en estéreo con control de volumen independiente y hacer un excelente equipo de audiometría de bajo costo.

La audiometría se realiza, ingresando al paciente a una cabina especialmente diseñada a prueba de sonido, se le colocará los auriculares en los oídos, seguidamente el operador reproducirá en el audiómetro tonos puros en los intervalos de frecuencias audibles (250Hz-8000Hz) con intensidad de presión sonora (SPL) variable en un rango de 0dB a 120dB. Las señales se emiten por dos canales separados (oído derecho y oído izquierdo) y conforme se hace la prueba se van detectando los umbrales de mínima presión sonora audible, lo que permitirá determinar el grado de audición del paciente.

El audiómetro virtual permite generar y guardar la información en forma gráfica para luego imprimir los resultados.

## SUMMARY

The authors of the present project have intended a challenge to the investigation and development guided to the medicine and the computer science with the implementation of an audiometer for the medical center of the Technical University of Cotopaxi, the same one that will offer a service more to the university community through the Department of University Well-being. By means of this service it will be able to determine the degree of the educational personnel's audition, students, employees, workers and of the community in general.

The virtual audiometer is a system that allows evaluating the auditive capacity by means of the realization of a test of air audiometric. This system was development using the platform of virtual instrumentation Lab View 8. 2. 1

Lab VIEW is prepared to implement forms of complex, arbitrary waves and of different frequencies. These signs can mold, to enlarge, to add, etc and then to reproduce them for the sound badge in stereo with control of independent volume and to make an excellent team of audiometric of low cost.

The audiometric is carried out, entering the patient to a booth specially designed to proof against sound, he will be placed the headphones in the hearings, and subsequently the operator will reproduce in the audiometer pure tones in the intervals of audible frequencies (250Hz-8000Hz) with intensity of sound pressure (SPL) variable in a range of 0 dB to 120 dB. The signs are emitted by two separate channels (heard right and heard left) and conform to it makes the test they leave detecting the thresholds of minimum audible sound pressure, what will allow to determine the degree of the patient's audition.

The virtual audiometer allows generating and to keep the information in graph form it stops then to print the results.

## CERTIFICACIÓN

Latacunga 11 de Mayo del 2008.

A petición verbal de los interesados, quien suscribe, certifica que:

La traducción del summary al idioma inglés, se encuentra correctamente, y que los interesados pueden hacer uso de éste documento en lo que ellos crean conveniente.

Es todo cuanto puedo afirmar en honor a la verdad.

Lic. Edwin Terán.

CI. 1709138935

Profesor

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los países desarrollados han dado un gran avance en el campo de la audiometría, debido al desarrollo de la tecnología, tanto en el campo de la medicina como en la informática, fabricando equipos audiométricos altamente sofisticados.

En el Ecuador el examen audiométrico es poco accesible debido a su costo, los hospitales, centros de salud, y clínicas no cuentan con estos equipos especializados y su uso está limitado para las clínicas privadas es decir a pacientes con recursos.

En Latacunga la clínica FAE ubicada en la Ala de Investigación y Desarrollo No.12 es la única que realiza exámenes para valorar el nivel auditivo de los pacientes, ya que posee una cabina audiométrica, estos exámenes se los realiza al personal militar y civil, dando gran importancia a la salud auditiva de todo el personal, para que puedan desempeñar efectivamente sus labores. Ante todo lo expuesto anteriormente el grupo investigador propone realizar el siguiente proyecto para beneficio de la comunidad universitaria.

Por el momento la Universidad Técnica de Cotopaxi no se ha involucrado en aplicaciones audiométricas, lo que ha impedido el desarrollo científico y tecnológico en ésta área, ésta limitación de aprendizaje no permite que los estudiantes desarrollen todas sus habilidades adquiridas en los diferentes años de estudios.

La comunidad universitaria y la ciudadanía en general, son susceptibles de sufrir disminución de su capacidad auditiva, por estar expuestas a ruidos. Estos factores contribuyen a una disminución o pérdida de la audición que puede provocar bajo rendimiento académico y cambios en la actitud y comportamiento de la persona.

La falta de equipos audiométricos en el Servicio Médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi, no permite que los estudiantes, empleados y personal administrativo puedan acceder al beneficio de éste servicio necesario.

La escasa motivación de los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en el desarrollo de proyectos tecnológicos y científicos ha tenido una influencia considerable, limitándoles a desarrollar trilladas aplicaciones que ningún aporte real hacen al desarrollo tecnológico de la Universidad.

Las bases teóricas para el desarrollo de este tipo de proyectos se imparten en la especialidad, estas son la Informática, Inteligencia Artificial y la Electrónica, pero nunca se las ha llevado a la práctica. Es ahora cuando se tiene la oportunidad de realizar una tesis y momento de cristalizar un proyecto ambicioso que se ha convertido en una prioridad.

La necesidad con la que se ha presentado el problema dentro del servicio médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi, permitió realizar una propuesta de solución a la interrogante.

La presente investigación tecnológica científica será el complemento para que la Universidad Técnica de Cotopaxi, se involucre en aplicaciones tecnológicas contribuyendo al desarrollo científico y tecnológico en dicha institución, y por ende, ayudando a que el aprendizaje obtenido en los diferentes años de estudios sean puestos en práctica, y con ello alcanzar un porcentaje alto en el desarrollo tecnológico y científico en los estudiantes.

Este tipo de proyecto solucionará la falta de equipos audiométricos en el Servicio Médico, el mismo que se realizará a un bajo costo, beneficiando al personal administrativo, empleados y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi; quedando en manos de las autoridades de la Universidad estudiar si en un futuro se podría brindar este beneficio a la ciudadanía en general a través de proyectos productivos realizando convenios con hospitales, clínicas entre otros. Dicha

investigación ayudará especialmente para valorar el grado de audición dentro de la salud preventiva, con la implementación del equipo audiométrico beneficiando al personal universitario.

Estamos brindando a las nuevas generaciones la oportunidad de despertar el interés por la investigación científica y la exploración de campos a fines a la carrera de sistemas, como es la creación de la cabina audiométrica controlada por un computador que tenga la capacidad de valorar el grado de audición de las personas. Esto permitirá explotar diferentes campos especialmente de la medicina, ayudando a que los estudiantes desarrollen tecnología propia, permitiendo así una mejor aplicación de sus conocimientos, y su perfil profesional.

Por otra parte, cabe mencionar que existe una apertura total por parte de las autoridades del Servicio Médico y de la administración de la Universidad Técnica de Cotopaxi en apoyo a la propuesta; especialmente del Doctor Richard Pérez, profesional a cargo del mencionado Servicio Médico. Este proyecto será de gran beneficio para la comunidad universitaria y de la ciudadanía en general, la implementación de la cabina y el equipo audiométrico en el Departamento de Bienestar Universitario específicamente en el Servicio Médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ya que es un proyecto original de gran interés científico, tecnológico y de intervención social, además contamos con los materiales necesarios y la suficiente experiencia y capacidad para diseñar y construir la cabina y equipo audiométrico.

Como objetivo general de la presente investigación se plantea: Implementar una cabina y equipo de audiometría de altas prestaciones, Instrumentada a través de LabVIEW y una tarjeta de sonido para valorar el nivel de audición en la comunidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Los objetivos específicos de la investigación son los siguientes:

- Elaborar el marco teórico conceptual necesario que permita fundamentar la investigación sobre una cabina y equipo de audiometría.

- Realizar la propuesta metodología para el desarrollo de una cabina y equipo de audiometría de altas prestaciones, instrumentada a través de LabVIEW.
- Diseñar e Implementar una solución a la propuesta de una cabina y equipo de audiometría que permita valorar el nivel de audición en la comunidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Actualmente el Servicio Médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la matriz está a cargo del MSc. Dr. Richard Pérez, en este departamento se brinda atención médica a docentes empleados, trabajadores y estudiantes.

La Universidad cuenta con su propio laboratorio clínico en el que se realiza exámenes de laboratorio comprendidos en: Biometría Hemática, Glucosa, Urea, Creatinina, Grupo Sanguíneo y factor RH, Hepatitis B, VDRL, HIV, Coproparasitario, Elemental y microscópico de orina entre otros.

Siendo de gran importancia los exámenes médicos preventivos para determinar el estado de salud de la comunidad estudiantil universitaria, la creación de un equipo audiométrico que permitirá valorar el grado de audición de los pacientes, teniendo así un examen médico preventivo integral.

De igual manera los docentes, empleados y trabajadores se realizan anualmente exámenes de salud preventiva en el servicio médico, y dentro de éstos exámenes, es necesario realizarse un examen audiométrico

La población más adecuada para este proyecto investigativo son los estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial teniendo una población de 96 personas. Tomando en cuenta que la población es inferior de 100 personas, se tomó para la investigación la totalidad de los mismos.



Para realizar el presente proyecto investigativo se recurrió al método inductivo y deductivo. En lo que respecta al tipo de investigación se realizó la investigación bibliográfica, de campo y experimental, utilizando las técnicas como la entrevista, encuesta y observación directa. Apoyándonos en los instrumentos de fichas y cuestionarios.

El diseño estadístico de nuestro estudio es la estadística descriptiva, porque nos permite describir y analizar la población seleccionada haciendo posible interpretar los resultados de manera cualitativa y cuantitativa, esta es la razón por la cual hemos utilizado los gráficos de barras y tipo pastel.

Nuestro trabajo está técnicamente diseñado en tres capítulos. El primero corresponde a la instrumentación virtual y equipos audiométricos, el segundo se basa en la determinación de los requisitos y análisis del sistema, y en el tercero consta el diseño de la modelación del sistema. En cuanto al tercer capítulo podemos afirmar que es el núcleo de todo el trabajo, toda vez que al concluir con la construcción del sistema audiométrico, éste se halla enfocado al control de frecuencia e intensidad auditiva por parte del operador del audiómetro.

## CAPITULO I

### INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL Y EQUIPO AUDIOMÉTRICO

#### 1. LabVIEW

Según GABRIUNAS V, “LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering) es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control”.

Mientras que para RONCANCIO H, VELASCO H, “LabVIEW es un lenguaje de programación de alto nivel, de tipo gráfico, y enfocado al uso en instrumentación. Pero como lenguaje de programación, debido a que cuenta con todas las estructuras, puede ser usado para elaborar cualquier algoritmo que se desee, en cualquier aplicación, como el análisis, telemática, juegos, manejo de textos, etc.”

Por otro lado según National Instruments, LabVIEW (2007), “Es una parte integral de la instrumentación virtual dado que provee un medio ambiente de desarrollo de aplicaciones que es fácil de utilizar”.

De lo citado anteriormente, para nosotros LabVIEW es un lenguaje de programación gráfica, que nos permite desarrollar programas para cualquier aplicación, interactuando el usuario con el sistema por medio de su interface gráfica.

## **1.1.- Introducción a la Instrumentación Virtual con LabVIEW**

La rápida adopción de la PC en los últimos años generó una revolución en la instrumentación de ensayos, mediciones y automatización. Un importante desarrollo resultante de la ubicuidad de la PC es el concepto de instrumentación virtual, el cual ofrece variados beneficios a ingenieros y científicos que requieren mayor productividad, precisión y rendimiento.

Hoy es una realidad accesible el digitalizar, procesar y representar datos por medio de una PC con la ayuda de diferentes programas o paquetes de software que permite el desarrollo de la instrumentación.

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) “es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control”. Permite diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactiva basado en un software. Se puede diseñar especificando el sistema funcional, diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería. Este lenguaje es compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación, como el Matlab.

Programar en LabVIEW para un mundo real de aplicaciones puede ser muy simple y poderoso, (vea en anexos la Figura 1.1).

### **1.1.1.- Diseño de Instrumentos Virtuales**

#### **Partes de LabVIEW**

Un programa creado en LabVIEW es llamado Instrumento Virtual y consta de tres partes a crear.

### **a. Panel frontal**

“Es utilizado para interactuar con el usuario cuando el programa está corriendo. Los usuarios pueden controlar el programa, cambiar entradas, y ver datos actualizados en tiempo real”. Se encuentra ubicados todos los indicadores y controles que el usuario podrá ver cuando el programa esté en funcionamiento. Por ejemplo botones, perillas, gráficas, etc., (vea en anexos la Figura 1.2).

### **b. Diagramas de bloques**

Contiene el código fuente empleando la programación gráfica, se usan estructuras de programación, y flujo de datos entre las diferentes entradas y salidas, a través de líneas. En éste, las subrutinas son mostradas como íconos de cajas negras, con unas entradas y unas salidas determinadas, donde en el interior se cumple una función específica, (vea en anexos la Figura 1.3).

### **c. Ícono de conexión**

Se usa para utilizar el programa creado como subrutina en otro programa, donde el ícono será la caja negra, y las entradas son las conexiones a los controles del programa subrutina, y las salidas son las conexiones a los indicadores del mismo subprograma. Al crear el ícono, se conecta a través del alambre de soldadura a los indicadores y controles en la forma que se desee que se distribuyan las entradas y salidas en la caja negra, (vea en anexos la Figura 1.4).

### **d. Paletas de trabajo**

Tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques, existe una paleta de herramientas, (vea en anexos la Figura 1.5), que sirve tanto para editar el VI, o ejecutarlo según el modo de trabajo que se tenga.

### **e. Menús de trabajo**

Estos nos sirven para realizar aplicaciones, como grabar o cargar programas, como editarlos, tipos de letra etc. Entre los más principales tenemos los siguientes:

**Menú Operaciones:** Se encuentran herramientas para ejecutar y detener los programas, así como cambiar el modo de trabajo, y hacer que todos los valores en los controles e indicadores queden como valores iniciales al ser guardado el programa, (vea en anexos la Figura 1.6).

**Menú de Controles:** Aparecen todos los tipos de controles e indicadores que se pueden colocar en el panel frontal, como son:

**Numeric:** Permiten la entrada y salida de datos y valores medibles de tipo numérico, ya sea en un número real, enteros, naturales positivos. Por ejemplo un medidor de nivel graficado como un tanque, donde el nivel es el valor dado, o un termómetro, donde la temperatura es un variable continúa, (vea en anexos la Figura 1.7).

**Boolean:** Permiten la salida y la entrada de datos de tipo discreto, on-off, como es el caso de los pulsadores, swiches, led's indicadores, (vea en anexos la Figura 1.8)

**String & Table:** permite entrar y sacar datos de tipo alfanumérico, vistos en un indicador o control, o en una tabla que también puede cumplir las dos funciones.

**List & Ring:** Son controles e indicadores que presentan listas de opciones donde el ítem seleccionado se entrega como un valor al programa.

**Array & Clúster:** Permite agrupar datos para formar matrices ya sean de entrada o salida. Estas matrices pueden ser de tipo numérico, o de tipo booleano. También se pueden agrupar datos de diferentes tipos de control o de diferentes tipos de

indicador, en un clúster, el cual es una agrupación que posee una sola terminal en el diagrama de bloques, semejante a un conector de un computador, el cual siendo un solo conector lleva muchas líneas que llevan diferentes señales en las matrices todas las señales son del mismo tipo.

**Graph:** Controles e indicadores de gráficas. Pueden ser gráficas de barrido, gráficas XY, o de tonos de colores, (vea en anexos la Figura 1.9).

**Path & Refnum:** Controles útiles en el manejo de archivos.

**Decorations:** Se disponen elementos de decorativos para el panel frontal.

**Controles:** Además de poderse ubicar los controles e indicadores presentados en los menús anteriores, también se pueden usar controles editados por el programador, como por ejemplo el dibujo de una bomba, o un pistón neumático.

**Error Clúster:** Controles de entrada y salida, para parámetros de algoritmos manejadores de errores.

**Visa Transition:** Útiles para comunicación VISA. No son de uso normal para principiantes.

**Menú de Funciones:** Ofrece todas las posibilidades de funciones que se pueden utilizar en el diagrama de bloques, donde al hacer click se escoge y ubica dentro del programa, (vea en anexos la Figura 1.10). Siendo los siguientes:

**Structs&Constants:** Contiene las estructuras básicas de programación como son las secuencias, los casos, los ciclos For-Next y Mientras, las variables de tipo global y local, y las constantes de todo tipo, como son las numéricas, las alfanuméricas, las booleanas, y algunos números especiales, (vea en anexos la Figura 1.11).

**Arithmetic:** Presenta las operaciones básicas aritméticas como son suma, resta, multiplicación, números al azar, valor absoluto, compuertas and, or, not, (vea en anexos la Figura 1.12).

**Trig & Log:** Presenta funciones trigonométricas y logarítmicas, (vea en anexos la Figura 1.13).

**Comparison:** Funciones de comparación que devuelven un valor de verdadero o falso según se cumpla dicha comparación, (vea en anexos la Figura 1.14).

**Conversión:** Conversiones de tipos de variables, de un formato a otro, por ejemplo convertir un número a otro que ocupe 32 bits en memoria, o convertir un número a una matriz de boléanos cuya representación en binario corresponda al número, (vea en anexos la Figura 1.15).

**String:** Presenta herramientas para manipular cadenas de caracteres. Por ejemplo convertir todos los caracteres a mayúsculas, o reportar el valor de la longitud de la cadena, (vea en anexos la Figura 1.16).

**Array & Clúster:** Maneja las herramientas para el uso de matrices y agrupaciones. Ej. Dar las dimensiones de una matriz, en otra de una sola dimensión. El agrupar un conjunto de cables en uno solo para manipular menos líneas. El manejo de matrices y clúster será mejor explicado adelante, (vea en anexos la Figura 1.17).

**File I/O (Entrada/Salida):** Para el manejo de archivos y almacenamiento de información en disco, (vea en anexos la Figura 1.18).

**Time & Dialog:** Reportadores de tiempo, esperas, fechas, y cuadros que dan anuncios, (vea en anexos la Figura 1.19).

**Miscellaneous:** Bloques de llamada a códigos en C, o a librerías dinámicas de Windows DLL. Conversión de datos a binario; manejadores de ocurrencias para ordenar el flujo de datos. Y otras funciones de uso más avanzado, (vea en anexos la Figura 1.20).

**Vi:** Para llamar bloques creados como rutinas.

**Analysis:** Funciones avanzadas de procesamiento de señales, estadísticas, álgebra lineal, filtros, regresión y otras que requieren de un buen entendimiento matemático.

**DAQ:** Para la adquisición de datos, lectura y escritura de datos a las tarjetas insertables, toma y control de señales análogas y digitales, y control de los circuitos contadores que hay en algunas tarjetas.

**Instrument I/O:** Comunicación con instrumentos medidores a través de puertos GPIB, serial o VISA.

**Network:** Para la comunicación de computadores en red, y enlace entre diferentes aplicaciones, como es el caso del DDE, Dynamic Data Exchange, que puede servir para enlazar aplicaciones de LabView con Bases de datos como access, para actualizarlas simultáneamente los hechos van ocurriendo. Otros parámetros son los de comunicación TCP y UDP para comunicación en red. Todo esto requiere de un aprendizaje especial.

**Tutorial:** Herramientas para el uso de ejemplos de adquisición de datos sin tener las tarjetas insertables.

**Utility:** Útiles para el manejo y análisis de errores en los programas creados. Útiles para el control de los VI (Abrir un VI por ejemplo). Manejadores especiales de archivos. Manejadores de puertos inport y outport, (vea en anexos la Figura1.21)



## **1.1.2.- Control de Dispositivos a Través de Labview**

### **1.1.2.1.- DAQ, I/O**

LabVIEW cuenta con subrutinas en aplicaciones de grado más complejo, como son las herramientas usadas para comunicaciones. Estas funciones cuentan con los programas Driver, para manejar dispositivos que se conectan al computador, como balanzas, osciloscopios, y muchos más. Un programa Driver consta de los siguientes elementos:

*Iniciador o Configurador:* Entrega el modo de empleo, y como será la comunicación al instrumento o tarjeta. Establece métodos de gatilleo, y configuración del dispositivo para que funcione.

*Iniciador de medición y presentador de estado:* Ordena a la tarjeta o dispositivo que tome datos, o tome su propio estado.

*Trasladar datos:* Llevar o traer los datos del dispositivo al computador, para ser usados como sea necesario.

*Útiles:* Para leer errores, resetear el periférico, o pedir auto chequeo y auto calibración.

*Cerrar:* Cerrar la comunicación con el dispositivo, para que se mantenga en un estado esperado.

En comunicaciones existen numerosos métodos de trabajo, como son:

### **1.1.2.2.- Comunicación con tarjetas DAQ.**

Las tarjetas DAQ son tarjetas insertables que permiten la entrada y salida de datos del computador a otros aparatos, donde se conectan sensores, y actuadores, para

interactuar con el mundo real. Los datos que entran y salen pueden ser señales digitales o análogas, o simplemente conteos de ocurrencias digitales, tanto de entrada, como de salida.

Las tarjetas se comportan como si fueran un puerto más en el computador, y poseen todo un protocolo y sistema de manejo, por lo que entender cada tarjeta, como su funcionamiento, al igual que cualquier instrumento, requiere de tiempo y cuidado.

Existen tarjetas de alto desempeño, y de bajo. Las de alto son programables, y facilitan el manejo de información, pues son en cierta forma inteligentes y suficientes, tal como un sistema Stand Alone, y por tanto no comprometen mucho la velocidad y rendimiento del computador.

Las tarjetas de bajo desempeño requieren de un control directo del computador, y se ven limitadas por la velocidad de éste. El Windows en cierta forma es un sistema operativo que no trabaja en tiempo real, para operaciones donde el muestreo es muy alto, como en aplicaciones de audio, radar, vibraciones y video, aunque para aplicaciones de lentitud considerable es bueno, como en controles de hornos. En aplicaciones lentas Windows y tarjetas simples bastan porque los tiempos perdidos por el sistema de interrupciones de Windows (sea por mover el mouse o cualquier otra cosa) no afectan comparativamente.

Para aplicaciones de alta velocidad y tiempo real, se requiere de hardware especial, o sea tarjetas inteligentes, que se programen, y transfieran los datos a memoria, ya sea por rutinas de DMA (acceso directo a memoria), o por rutinas de interrupciones al procesador.

Las tarjetas como cualquier otro periférico, requiere de sus parámetros de programación, y hasta protocolos de comunicación, por lo que se requiere de un software Driver que maneje lo bajo de programación, y deje en la superficie, la

posibilidad de programar aplicaciones con los beneficios de dichas tarjetas, de una forma sencilla.

LabVIEW ofrece acceso a los driver desde las rutinas de configuración. Los driver disponibles son para las tarjetas de la NI National Instruments, pero en el mercado se consiguen driver para otras marcas como PC-LAB. La configuración se hace a través del programa anexo a LabVIEW, NI-DAQ.

#### **1.1.2.3.- Comunicación a través de un puerto de GPIB.**

EL GPIB (General Purpose Interface Bus ANSI/IEEE 488.1 y 488.2), es un puerto diseñado por la Hewlett Packard, para establecer comunicación con instrumentos de medición. Muchos de los instrumentos como son Balanzas, Osciloscopios, multímetros y equipos de tipo “Stand Alone” (que no requieren de un computador para funcionar, son independientes) cuentan con este tipo de puerto.

Los manejos de este puerto, protocolos y controles de software Driver para GPIB son complejos. La capacidad de comunicación es uno de los fuertes del LabVIEW, pues este viene con variedad de librerías de software driver, controlador de los instrumentos, con los protocolos de comunicación que maneja cada uno, así no se requiere de conocer el nivel más bajo de programación de dichos instrumentos, simplemente es mirar si se tiene el driver de dicho instrumento, y conectarlo.

#### **1.1.2.4.- Comunicaciones dinámicas entre programas de Windows DDE.**

Si se tiene una base de datos abierta, es posible acceder datos de esta, y usarlos por el LabVIEW, y viceversa, lo que sirve para una actualización dinámica. Se recomienda tener un conocimiento claro del uso de aplicaciones en Windows, como es Acces, y tenerlo cargado y funcionando.

### **1.1.2.5.- Para usuarios con INPORT, OUTPORT.**

Si simplemente se tiene conectada una tarjeta fabricada en casa, y se conoce la dirección de memoria del puerto al que está conectada, y solo hace falta leer o escribir datos en esta localización, se puede hacer por medio de los comandos INPORT u OUTPORT, dando el valor a escribir, recibiendo el valor a leer, dando la dirección, y especificando si se lee o escribe un solo byte, o dos (vea en anexos la Figura 1.22).

### **1.1.3. Aplicaciones de LabVIEW y Tarjeta de Sonido**

#### **1.1.3.1.-Aplicaciones**

Interfaces de comunicaciones:

- Puerto serie
- Puerto paralelo
- GPIB
- PXI
- VXI
- TCP/IP, UDP, DataSocket
- Irda
- Bluetooth
- USB
- OPC

Capacidad de interactuar con otras aplicaciones:

- dll
- ActiveX
- Matlab
- Simulink.
- Herramientas para el procesado digital de señales.
- Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.

- Adquisición y tratamiento de imágenes.
- Control de movimiento.
- Tiempo Real estrictamente hablando.
- Programación de FPGAs.
- Sincronización.

### **1.1.3.2.-Tarjeta de Sonido**

#### **Propiedades de la Tarjeta de Sonido**

No todas las medidas que pueden hacerse usando una tarjeta de adquisición de datos se pueden hacer utilizando la tarjeta de sonido del PC.

#### **Limitaciones de la Tarjeta de Sonido**

- No es posible realizar medidas de tensión DC (corriente directa). Las tarjetas de sonido usan condensadores en el paso de la señal, de forma que cualquier nivel DC es eliminado. Esto significa también que existe un límite para frecuencias bajas debido a la característica pasa-altas de los condensadores en línea.
- La impedancia de entrada es baja. Las medidas se hacen usando la línea de entrada 'Line-In'. Las tarjetas de adquisición de datos reales tienen impedancias de 1 a 10 Mohm. En general, las tarjetas de sonido presentan una impedancia mucho más baja, del orden de 600 Ohmios a 47Kohms. Podríamos usar la entrada de Micrófono 'Mic-In' para conseguir una mayor sensibilidad, pero el ruido es mayor y muchas tarjetas de sonido sacan un nivel de tensión para alimentar el micrófono. Si se usa esta entrada, es necesario un condensador que bloquee esta tensión.

#### **Ventajas de las Tarjetas de Sonido**

La tarjeta de sonido en comparación con la mayoría de las tarjetas de adquisición de datos es que los dos canales son capturados al mismo tiempo usando dos

convertidores A/D o, al menos, dos dispositivos 'sample&hold'. Las tarjetas de adquisición de datos suelen usar un convertor A/D y un multiplexor. Por esta razón, se escanean varios canales uno tras otro, pero no en paralelo. Por ejemplo la adquisición de la señal utilizando la tarjeta de sonido del PC la almacenamos en un archivo para poder ser visualizada o tratada en cualquier momento, (vea en anexos la Figura 1.23).

## **1.2.- Audiometría**

“La audiometría es un examen que permite una valoración precisa de la audición, siendo vital para determinar si una persona escucha bien o no. Permite detectar problemas de audición, los resultados que se anotan en un gráfico se denomina audiograma”. Según la página <http://www.auditio.com/fcps/audiom.htm>, 19-Jun-2007,

“Otro concepto de audiometría nos dice que es una prueba que trata de determinar "cuanto" somos capaces de oír. Se lleva a cabo de dos formas mediante vía aérea y vía ósea”.

Según, la página <http://www.pediatraldia.cl/AUDIOME.htm>, 19- Jun-2007,

“También podemos decir que la audiometría es una prueba que nos permite una valoración bastante precisa de la audición, siendo vital para determinar si una persona oye bien o no. Aportándonos información adicional sobre el problema subyacente, posible causante de la pérdida auditiva”. Según, la página: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/ApuntesOtorrino/Audiometria.html>, 19-Jun-2007.

Para nuestro concepto, la audiometría por vía aérea es un examen que nos indica que grado de audición tiene una persona en cada oído.

La audiometría se lleva a cabo evaluando, la "vía aérea" y "la vía ósea":

**La vía aérea:** evalúa la capacidad para detectar sonidos presentados/transmitidos a través del aire, en concreto a través de unos auriculares.

**La vía ósea:** evalúa la capacidad para detectar sonidos transmitidos a través de los huesos de la cabeza. En este caso se utiliza un vibrador que se coloca detrás de la oreja.

El oído humano es capaz de discernir sonidos cuyas frecuencias oscilen entre los 20 y los 20.000 Hertzios. La sensibilidad de nuestro oído para detectar estos sonidos no es igual en todas las frecuencias, siendo más sensible a las llamadas frecuencias conversacionales, es decir, a las frecuencias de sonido emitido generalmente por nuestros congéneres. La habilidad para detectar sonidos, oír, disminuye con el envejecimiento, siendo más grande esta caída en las frecuencias mayores, también denominadas altas frecuencias o frecuencias agudas. Éstas serían las frecuencias por encima de los 4000 Hz.

Para realizar e interpretar la audiometría es necesario entonces conocer:

Las vibraciones acústicas.

La fisiología de la audición.

La fisiopatología de la audición.

### **1.2.1.- Estructura del Oído**

#### **El Oído**

“Órgano responsable de la audición y el equilibrio. Se divide en tres zonas: externa, media e interna. La mayor parte del oído interno está rodeada por el hueso temporal”.

Este es uno de nuestros sentidos, y es muy importante para el organismo ya que gracias a él podemos sentir lo que pasa a grandes distancias con solo oírlo, o también sentir cuando los objetos se van acercando, es parte fundamental del habla e incluso nos ayuda a orientarnos en ciertas ocasiones.

### **Receptor de audición**

Podemos llamar a uno de los receptores de audición a la oreja, ya que esta es por una de las primeras partes que pasa el sonido. Oreja es la denominación que le damos al pabellón auditivo que, con una serie de pliegues que actúan como concha acústica, se denomina oído externo.

El pabellón recibe las ondas sonoras y, a través del conducto auditivo externo, las transmite hacia el tímpano que es el límite entre el oído externo y el medio. El tímpano es una membrana delgada y transparente que, al igual que una cuerda de guitarra, vibra con las ondas sonoras y transmite estas vibraciones hacia tres huesecillos interarticulados y milimétricos: el martillo, el yunque y el estribo. De allí la vibración llega a la membrana oval, que a su vez impulsa hacia el oído interno en donde el líquido allí existente, al moverse, hace llegar la sensación hasta unas células provistas de finos pelillos, que componen el Órgano de Corti. También se tiene que mencionar al Caracol, quien alberga las células detectoras del sonido conectadas con el cerebro por medio del nervio coclear, (Vea en anexos la Figura 1.24).

### **Estructura del oído y función**

#### **Oído externo**

Es la parte del aparato auditivo que se encuentra en posición lateral al tímpano o membrana timpánica. Comprende la oreja o pabellón auricular o auditivo (lóbulo externo del oído) y el conducto auditivo externo, que mide tres centímetros de longitud.



## **Estructura del Oído Externo**

Las partes más externas del oído son el pabellón auditivo, que es la zona visible del oído, y el conducto auditivo, que está encerrado y atrapa la suciedad. Este canal transmite los cambios de presión de aire y las ondas sonoras al tímpano, o membrana timpánica. En el tímpano comienza el oído medio, que también incluye la trompa de Eustaquio y los tres pequeños huesos vibrantes del oído: martillo, yunque y estribo. La cóclea y los canales semicirculares constituyen el oído interno. La información pasa desde el oído interno al cerebro vía nervio auditivo., (vea en anexos la Figura 1.25).

### **Oído Medio**

Se encuentra situado en la cavidad timpánica llamada caja del tímpano, cuya cara externa está formada por la membrana timpánica, o tímpano, que lo separa del oído externo. Incluye el mecanismo responsable de la conducción de las ondas sonoras hacia el oído interno. Es un conducto estrecho, o fisura, que se extiende unos quince milímetros en un recorrido vertical y otros quince en recorrido horizontal. El oído medio está en comunicación directa con la nariz y la garganta a través de la trompa de Eustaquio, que permite la entrada y la salida de aire del oído medio para equilibrar las diferencias de presión entre éste y el exterior. Hay una cadena formada por tres huesos pequeños y móviles (huesecillos) que atraviesa el oído medio. Estos tres huesos reciben los nombres de martillo, yunque y estribo. Los tres conectan acústicamente el tímpano con el oído interno, que contiene un líquido.

### **Oído Interno**

Se encuentra en el interior del hueso temporal que contiene los órganos auditivos y del equilibrio, que están inervados por los filamentos del nervio auditivo. Está separado del oído medio por la *fenestra ovalis*, o ventana oval. El oído interno consiste en una serie de canales membranosos alojados en una parte densa del

hueso temporal, y está dividido en: cóclea (en griego, 'caracol óseo'), vestíbulo y tres canales semicirculares. Estos tres canales se comunican entre sí y contienen un fluido gelatinoso denominado endolinfa.

### **Estructura del Oído Interno**

El oído interno es un laberinto de conductos enredados que contienen fluido y que están relacionados con el sentido del oído y con el equilibrio. Hay tres canales dentro de una estructura con forma de caracol llamada cóclea. Las vibraciones sonoras, amplificadas por los huesos del oído medio, viajan por estos canales y mueven pequeños pelos que estimulan fibras conectadas a su vez con el nervio auditivo. Los sonidos procedentes del exterior, se codifican de esta forma para viajar al cerebro. La parte posterior del oído interno alberga los canales semicirculares. Estos canales, conectados entre sí por una estructura llamada vestíbulo, son sensibles a la gravedad, a la aceleración y a la postura y movimientos de la cabeza, (vea en anexos la Figura 1.26).

### **1.2.2.- Enfermedades del Oído**

#### **1.2.2.1.- Enfermedades del Oído externo**

Las lesiones del pabellón auricular y del conducto auditivo externo incluyen las enfermedades de la piel, del cartílago y del hueso. El oído externo se relaciona estrechamente con el cráneo, la mastoides, el cuello, la parótida y la articulación temporomandibular, lo que implica dificultades de diagnóstico diferencial y de enfoques terapéuticos.

#### **Malformaciones del pabellón y del conducto auditivo externo**

La aplasia total de la oreja es infrecuente. Más común es la presencia de vestigios de pabellón. Esto se acompaña con frecuencia de malformaciones del oído medio. Los pacientes portadores de defectos del pabellón auricular deberán ser evaluados

del punto de vista auditivo. Si el problema es unilateral y el otro oído está completamente sano no hay necesidad de apresurarse con el tratamiento quirúrgico, cuyo enfoque debe ir dirigido a la solución de los problemas auditivos y estéticos del paciente.

### **Lesiones del pabellón auricular**

**Inflamaciones:** La inflamación dolorosa del pabellón obedece generalmente a extensiones de otitis externas severas por *Seudomonas*.

**Pericondritis:** Corresponde a una inflamación de la oreja debida generalmente por una herida infectada de la piel del pabellón auricular. Debido a la mala vascularización del cartílago, este fácilmente se necrosa, lo que puede conducir a deformaciones de la oreja.

### **Lesiones del conducto auditivo externo.**

**El cerumen:** Es el problema más frecuente en la consulta. Aunque sencilla, su extracción en manos inexpertas puede resultar traumática. El tapón de cerumen puede producir dolor, inflamación, sensación de oído tapado e hipoacusia.

La eliminación se efectúa por lavado con jeringa con agua tibia, o por extracciones con fórceps o ganchitos adecuados. Una maniobra inadecuada puede resultar en lesiones del conducto o incluso perforaciones del tímpano.

**Cuerpos extraños:** Los niños pequeños suelen introducirse una variedad de cuerpos extraños en el conducto auditivo. También hay que tener presente la penetración de insectos (polillas, garrapatas, larvas de moscas, etc.)

Su extracción debe ser realizada con instrumental adecuado a fin de evitar traumatismos del conducto o del tímpano.

## **Infecciones**

**El herpes simple:** Es similar al de la cara o de cualquier otro sitio del organismo. El tratamiento es sintomático, acompañado de un aseo y desinfección del conducto bajo microscopio. En general las vesículas se rompen espontáneamente. La inflamación y el dolor pueden durar alrededor de una semana.

**El herpes zóster óptico:** (Síndrome de Ramsay Hunt), producido por el virus de la varicela, se caracteriza por dañar el ganglio geniculado. Además de las típicas lesiones del conducto auditivo, consistentes en vesículas pequeñas, redondeadas, múltiples y muy dolorosas, se puede acompañar además de parálisis facial, vértigo y sordera sensorineural, a veces irreversible.

**Otitis externas por hongos (otomicosis):** Se caracteriza por la presencia de levaduras u hongos grandes. Con el microscopio se observan las hifas, de colores blanco, grises azules negros etc., dando un aspecto grumoso. La piel se inflama y puede dar otorrea que se suele confundir con una infección bacteriana.

**Otitis externa bacteriana:** Consiste en la inflamación de la piel del conducto auditivo externo. Los síntomas incluyen edema intenso, dolor a la presión del conducto, otorrea, formación de microabcesos y congestión vascular. La causa predisponente suele ser el abuso de palillos con algodón que se usan para asear el oído, la natación o el contacto con sustancias irritantes (shampoo).

**Otitis externa maligna:** Es la expresión de una grave enfermedad que se inicia como una otitis externa por gramnegativos, y que se extiende hacia el oído medio, oído interno y base de cráneo. Se presenta en ancianos diabéticos, o en pacientes con inmunodepresión.

**Oído pruriginoso:** Se produce por, Alergia cutánea a los perfumes, shampoos, tinturas, Infecciones leves por hongos o bacterias, alergias alimentarias o pólenes, disfunciones témporomandibulares.

### **1.2.2.2.- Enfermedades del Oído Medio**

#### **Otitis media**

La otitis media es una enfermedad de gran ocurrencia, principalmente en niños, que demanda una alta consulta en la atención primaria. Se estima que alrededor de 1/3 de los niños menores de 10 años, han tenido alguna vez un episodio de otitis.

#### **Clasificación**

##### **Otitis Media Aguda (Oma)**

“Consiste en la inflamación aguda del oído medio, incluyendo la membrana timpánica, la caja timpánica, la mastoides y la Trompa de Eustaquio”. Se caracteriza por la presencia de un dolor de comienzo súbito, intenso, seguido de sensación de oído tapado (hipoacusia). Si la otitis es muy intensa, puede aparecer a las pocas horas la eliminación de secreción hemática y luego purulenta (otorrea), que dura 3 a 4 días. La otoscopia muestra un tímpano enrojecido, a veces con borramiento de sus puntos de referencia. Si hay otorrea, esta suele verse pulsátil. La evolución natural puede durar hasta 3 semanas.

##### **Otitis Media Recurrente (Omr)**

Si se presenta 4 otitis en el año o 3 otitis en 6 meses, se comprende que es una otitis recurrente. Los factores a evaluar son: Fisura palatina submucosa, hiperplasia adenoidea, adenoiditis, inmunopatías, alergia respiratoria y sinusitis.

##### **Otitis Media Con Efusión (Ome)**

Está definida por la presencia de líquido en el oído medio. (Mucoso, seroso, purulento, hemático, mixto), se puede detectar mediante la realización de una audiometría esta se realiza desde los 3 años de edad, muestra una hipoacusia de conducción leve o moderada.

## **Otitis Media Crónica (Omc)**

Corresponde a un estado irreversible de la otitis media, se caracteriza por la presencia de una perforación de la membrana timpánica, con o sin erosión de huesecillos, atelectasia del oído medio, timpanoesclerosis, granuloma de colesterol, tejido de granulación o colesteatoma.

### **1.2.2.3.- Enfermedades del Oído interno**

Las enfermedades del oído interno pueden manifestarse por hipoacusia sensorineural, vértigo o tinnitus.

**La hipoacusia sensorineural:** puede reflejar una lesión del órgano sensorial de Corti (Cortipatías), o de la vía acústica retrococlear. En los niños la sordera puede desarrollarse en la vida intrauterina o aparecer después del nacimiento. Es importante reconocer lo más precozmente posible al niño sordo, a fin de poder tomar las medidas de rehabilitación pertinentes.

### **1.2.3.- Equipos Audiométricos**

#### **El audiómetro**

“El audiómetro es un aparato de alta tecnología que consiste en un generador de distintas frecuencias de sonido”; este instrumento emite tonos puros, sonidos que el ser humano no está acostumbrado a escuchar, ya que no existen como tal en la vida diaria. Las frecuencias estudiadas son: 125 - 250 - 500 - 1000 - 2000 - 3000 - 4000 - 6000 y 8000 ciclos / segundo o hertz.

- a. Un atenuador de intensidad en decibeles entre los 0 y 110.
- b. Un generador de ruidos enmascarantes.
- c. Un vibrador óseo para el estudio de la audición ósea.

- d. Un micrófono para comunicarse con el paciente y realizar la discriminación de la palabra.

La audiometría electrónica permite estudiar:

1. El umbral auditivo, es decir, la intensidad mínima audible para cada frecuencia, técnica que se conoce con el nombre de audiometría tonal umbral.
2. Ciertos fenómenos fisiopatológicos que se producen en las hipoacusias sensorio neurales (pruebas supraliminales).
3. La comprensión de la palabra, es decir, la capacidad que tiene el oído y la vía auditiva de discriminar un término de otro.

### **Audiometría Tonal Umbral**

La gráfica clínica está adoptada universalmente. En las abscisas están colocadas las frecuencias de 125 a 8000 Hz o bien desde 128 a 8192 por intervalos iguales de octavas; en las ordenadas, en sentido descendente están ubicadas las pérdidas en decibeles (dB) en relación al eje O, el que representa el umbral normal para las vías óseas y aéreas.

Cada señal está representada por un pequeño círculo para el oído derecho y por una pequeña cruz para el izquierdo. Así pueden inscribirse ambos oídos en el mismo gráfico, el derecho en rojo y el izquierdo en azul.

Luego de estudiarse la vía aérea, se debe examinar la vía ósea si es que se obtiene una hipoacusia en la vía aérea, de lo contrario no es necesario.

La investigación del umbral óseo es mucho más delicada de realizar y de interpretar, debido a que casi siempre debe eliminarse la audición del oído opuesto a través del enmascaramiento (esto es absolutamente indispensable). Sin

enmascaramiento se toma, de hecho, el umbral de audición del oído opuesto (mejor que la del interrogado) atravesando el sonido la base del cráneo por conducción ósea transcraneana.

La mayoría de los audiómetros traen ciertos ruidos enmascaradores tales como el ruido blanco, banda estrecha, sierra, etc.

### **Audiometría Tonal Supraliminar**

Esta técnica se utiliza siempre que se encuentre una hipoacusia sensorineural uní o bilateral y permite así efectuar el diagnóstico diferencial entre una lesión sensorial (cortipatía) y una lesión neural (1° y 2° neuronas).

Ciertamente, la noción de distorsiones de la sensación sonora existen desde hace mucho tiempo, pero es, no obstante, el gran mérito de la audiológica moderna haber permitido elaborar pruebas especiales para testear lo que pasa en el campo auditivo.

Esquemáticamente, existen 3 categorías de perturbaciones o distorsiones supraliminares:

- a. Distorsión según el eje de las frecuencias: altura de un sonido anormalmente percibido, o un sonido tomado por un ruido, etc. La más conocida de estas distorsiones es la diploacusia.
- b. Distorsión según el eje de las intensidades, es decir, una relación anormal entre sonoridad (sensación psíquica de intensidad) e intensidad física del estímulo. El reclutamiento es el ejemplo más conocido (cortipatía).
- c. Distorsión según el eje del tiempo: duración de una sensación anormalmente larga o en otros casos fatiga auditiva.
- d. Tinnitus o acúfenos que afectan la inteligibilidad.



### **Estudio de las Cortipatías (Reclutamiento)**

La pérdida de la proporcionalidad entre un sonido de determinada intensidad física y su sensación (sonoridad) se conoce como reclutamiento. Consiste en la percepción desproporcionadamente aumentada de un sonido de determinada intensidad física.

Si consideramos que por una parte la lesión coclear o del órgano de Corti ha producido una hipoacusia y que, por otro lado, los sonidos le provocan discomfort a intensidades menores que lo normal, es fácil comprender que el campo auditivo se ha estrechado.

Las pruebas supraliminales que se realizan para detectar el reclutamiento buscan la desproporción entre la intensidad objetiva (dB) y la intensidad subjetiva (sonoridad). Algunas de ellas son el test de Fowler, el test de Sisi, de Reger, LDL.

### **Estudio de la Adaptación Auditiva Patológica**

En condiciones normales, la fibra nerviosa auditiva es capaz de transmitir el impulso nervioso en que se ha codificado el estímulo sonoro continuo, por lo menos durante 60 segundos sin fatigarse. Algunas pruebas, entre las más interesantes, en el plano clínico son:

- La prueba por impulsos repetidos de ruidos, para el estudio de la remanencia del oído.
- El test de Bekesy modificado e investigado en sonido continuo y discontinuo. La diferencia entre estos dos estímulos es de orden temporal.
- La investigación de la adaptación y de la fatiga, fenómeno en relación con los parámetros de intensidad y duración.
- Investigaciones que conciernen al tiempo de reacción y de latencia del sistema auditivo.

- Una de las pruebas más utilizadas para objetivar la fatiga auditiva patológica es el test de Carhart, que consiste en emitir un tono continuo en el oído, a intensidad normal. Si el sonido se hace inaudible, la intensidad es aumentada y así sucesivamente hasta que se encuentra un nivel en el cual el tono es escuchado por 60 segundos.

### **Audiometría Vocal o de la Palabra**











También se considera una prueba supraliminar. Esta técnica pretende estudiar, a través de la discriminación de la palabra, graves alteraciones que se producen en el oído y vía auditiva. A medida que se incrementa la intensidad de un vocablo, aparecen tres variaciones diferentes:

- Umbral de detectabilidad: el sujeto percibe alguna cosa, pero no logra identificarla.
- Umbral de audibilidad: el sujeto comienza a reconocer el mensaje (acto neurosensorial puro), pero no comprende la significación en el lenguaje.
- Umbral de inteligibilidad: el sujeto escucha y comprende el mensaje sonoro.

La técnica del estudio de la discriminación de la palabra consiste en dictar 25 monosílabos a una intensidad confortable (aproximadamente 30 dB sobre el P.T.P. de 500, 1000 y 2000 Hz) y anotar el porcentaje de palabras correctamente repetidas. La falla en la discriminación dependerá del umbral auditivo y del tipo de hipoacusia.

- Hipoacusias de conducción: 92 - 100%
- Cortipatías: 80 - 92%
- Hipoacusias neurales: menos del 70%

## Signos Audiométricos

	: Vía aérea del OD
	: Vía aérea del OI
	: Vía ósea del OD (OI enmascarado)
	: Vía ósea del OI (OD enmascarado)
	: Vía ósea del OD (sin enmascarar OI)
	: Vía ósea del OI (sin enmascarar OD)
	: Vía aérea del OD con OI enmascarado
	: Vía aérea del OI con OD enmascarado
	: Umbrales de disconfort.
	: Ausencia de umbral.

**Figura 1.27 Símbolos Audiométricos**  
**Fuente: Fundación Canaria, 2007**

### 1.2.4. Examen Audiométrico

#### Unidades y gráficas

La audiometría es un examen que cifra las pérdidas auditivas y determina la magnitud de éstas en relación con las vibraciones acústicas.

Todos los ruidos de la vida corriente, están constituidos por una unión más o menos compleja de sonidos puros; "el sonido es físicamente, una sacudida drástica de los elementos del medio donde existe", siendo éste un gas, un líquido o un sólido, lo que significa que es una oscilación de partículas materiales alrededor de su posición normal de equilibrio o reposo. Este movimiento oscilante es elástico y comparable al de la superficie del agua, debido a sus choques regulares. Se trata pues, de una onda sinusoidal que se traduce groseramente en el plano fisiológico, en dos cualidades sensoriales importantes.

**La altura**, que traduce la presencia de las vibraciones (ciclos / segundo o hertz)

**La sonoridad**, (intensidad, sensación) que está en función de la intensidad física, es decir la amplitud de las vibraciones.

Los fenómenos, auditivos como otras sensaciones, están regidos por la famosa ley psicofísica de Weber y Fechner: "La sensación crece en progresión aritmética, cuando la excitación lo hace en progresión geométrica." Dicho de otra manera, la sensación crece como el logaritmo de la excitación medida en unidad física.

Para objetivar mejor los crecimientos de sensación auditiva en altura e intensidad se han elegido las siguientes unidades:

- La octava para las frecuencias.
- El decibelio para la intensidad.

### **Procedimiento para realizar una Audiometría**

En primer lugar, el paciente debe entrar en una cabina insonorizada y colocarse unos auriculares.

A continuación, el audiólogo, le irá presentando una serie de sonidos a los que deberá responder levantando la mano. Estos sonidos irán disminuyendo de volumen hasta que se hagan inaudibles. Es entonces cuando se determina el "umbral auditivo", es decir, hasta donde el paciente es capaz de oír. Esta misma tarea se repetirá varias veces con diferentes sonidos, al final sabremos cuanto es capaz de escuchar el paciente para cada sonido evaluado. La duración aproximada de la prueba es de unos 15 minutos.

### **Resultados del Audiograma**

Los resultados de la prueba se recogen en dos gráficos uno por cada oído denominados audiogramas. Estas gráficas expresan a qué intensidad oye la persona explorada en una determinada frecuencia, la intensidad de sonido se mide

en decibelios. Una pérdida de hasta 20 decibelios por debajo de la línea de referencia cero, puede incluso considerarse normal, (vea en anexos la Figura 1.28). Cada vía explorada va a dibujar una línea en el audiograma. Como se exploran la vía aérea y la ósea, obtendremos dos líneas en cada audiograma. Lo habitual es que ambas líneas discurren prácticamente superpuesta la una a la otra, y próximas al cero de referencia. Cuando no es así pueden presentarse distintas situaciones:

**Hipoacusia de conducción o de transmisión:** En el audiograma veremos como la línea que representa a la vía aérea se separa de la vía ósea. Ésta última permanece en los valores normales, mientras que la vía aérea cae por debajo de los 20 decibelios. La distancia entre ambas líneas recibe el nombre de gap, (vea en anexos la Figura 1.29)

**Hipoacusia de percepción o sensorial:** Ambas líneas, la de la ósea y la de la aérea, se encuentran por debajo de los 20 decibelios. La caída suele ser más acusada en las frecuencias agudas o altas, (vea en anexos la Figura 1.30).

**Hipoacusia mixta:** Aún existiendo gap entre ambas vías las dos están por debajo de los 20 decibelios, la vía aérea se suele encontrar por debajo de la ósea.

### **Valores de Referencia**

La pérdida auditiva o hipoacusia, se clasifica en función de la localización de la lesión como hipoacusia de conducción, hipoacusia de percepción y mixta. Pero también puede clasificarse dependiendo del grado de severidad de la pérdida auditiva.

Así, consideramos como normal una audiometría, cuando las vías aérea y ósea están entre 0 y 20 decibelios, encontrándonos con los siguientes grados:

**Pérdida de audición mediana:** Umbral entre los 25 y los 45 decibelios. Estas personas tienen cierta dificultad para escuchar o entender lo que se les está hablando a cierta distancia o en ambientes con cierto nivel de ruido de fondo.

**Pérdida de audición moderada:** Umbral entre los 45 y los 65 decibelios. Imposibilidad de seguir una conversación normal si existe ruido de fondo, puede ser manifiesto cierto grado de aislamiento.

**Pérdida auditiva severa:** Umbral entre 65 y 85 decibelios. Dificultad para escuchar lo que se les está diciendo prácticamente en todas las situaciones.

**Pérdida auditiva profunda:** Umbral por debajo de los 85 decibelios. No perciben ningún tipo de sonido a su alrededor, aunque se les grite.

La duración habitual de una audiometría realizada por personal especializado y ante personas colaboradoras es de unos 15 minutos aproximadamente.

## **CAPITULO II**

### **RECOLECCIÓN, PROCESAMIENTO DE DATOS, REQUISITOS Y ANÁLISIS DEL SISTEMA,**

#### **2.1. Introducción**

Para efectos de estudio, los autores del presente proyecto han seleccionado a la especialidad de Ingeniería Industrial, por ser una de las especialidades que más está expuesta a ruidos, la principal causa física de la pérdida auditiva, realizando un levantamiento de la información mediante encuestas. Esta información se representa mediante el diagrama de barras y pastel, permitiendo realizar un análisis a cada una de las preguntas.

En lo que respecta en la consideración del diseño de la cabina y equipo audiométrico, se estableció requisitos de software y hardware. Estos son elementos claves para definir el inicio del ciclo de desarrollo, así como los casos de usos es una técnica excelente que permite mejorar la comprensión de los requisitos del sistema.

Se utiliza un solo caso de uso que es el control de frecuencia e intensidad auditiva, ésta consiste, en que el estudiante se ubique dentro de la cabina, se coloca los auriculares y el médico procederá a enviar sonidos en distintas frecuencias e intensidades a los auriculares, el paciente avisará al médico si escuchó por medio de un contestador o pulsador, luego el médico procederá a visualizar el reporte de los resultados audiométricos.

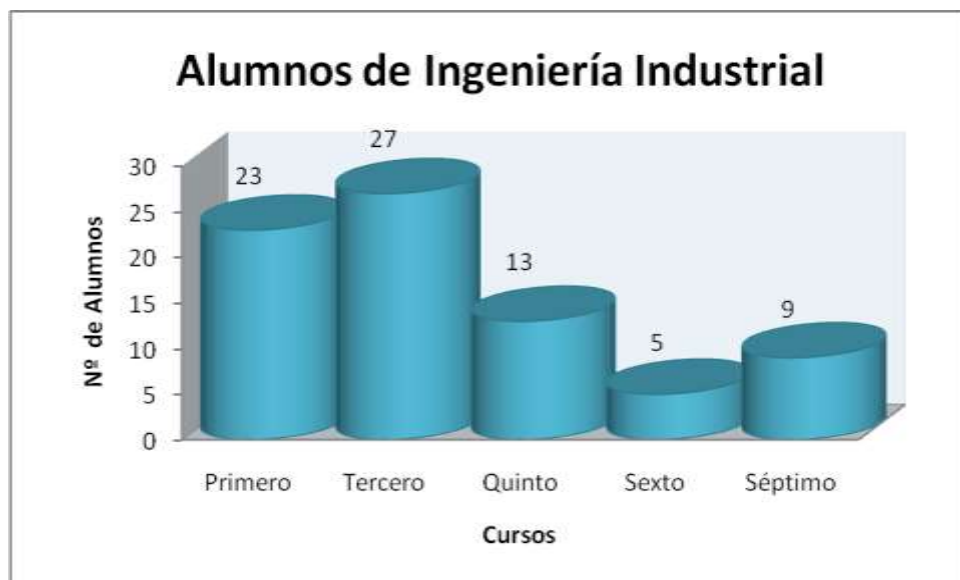
Mediante los casos de usos planteados se puede establecer una estructura para el desarrollo del software, el mismo que brindará un servicio a la comunidad

universitaria a través del Departamento de Bienestar Universitario específicamente desde el Centro Médico.

## 2.2. Población a Investigar

La población más adecuada para este proyecto investigativo son los estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial de la Carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, la misma que tiene una población de 77 estudiantes.

<b>Tabla No 2.1 (Población )</b>		
<b>Fuente: Investigadores</b>		
<b>Especialidad</b>	<b>Ciclo</b>	<b>N. Alumnos</b>
Ingeniería Industrial	Primero	23
	Tercero	27
	Quinto	13
	Sexto	5
	Séptimo	9
	<b>Total</b>	<b>77</b>



### 2.2.1.- Muestra

Tomando en cuenta que la población es inferior de 100 se tomó para la investigación la totalidad de los mismos.



### 2.3. Operacionalización de las variables

**Variable Independiente:** Implementación de una cabina y equipo de audiometría de altas prestaciones, instrumentada a través de LabVIEW y una tarjeta de sonido.

CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS
<p>La implementación de una cabina audiométrica se conceptúa como:</p> <p>* Audiometría</p> <p>* Equipo de audiometría</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Audiometría Tonal Umbral</li> <li>- Audiometría Tonal Supraliminar</li> <li>-Audiometría vocal o de palabra.</li> <li>- Audiograma</li> <li>- Histograma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ¿Sabe usted que es una audiometría?</li> <li>* ¿Se ha realizado alguna vez un examen audiométrico?</li> <li>* ¿Desearía usted que se le realice un examen audiométrico como parte de los exámenes preventivos que se realizan en la Universidad Técnica de Cotopaxi?</li> <li>* ¿Cree usted que es importante que la Universidad Técnica de Cotopaxi cuente con un equipo audiométrico en su departamento médico?</li> </ul>	<p>Encuesta estructurada a los estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.</p>

**Variable Dependiente:** Valorar el nivel de audición en la comunidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	ÍTEMES BÁSICOS	TÉCNICAS
<p>Audición de la comunidad universitaria se conceptúa como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Nivel de audición</li> <li>* Funciones auditivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Otitis</li> <li>- Hipoacusia</li> <li>- Malformaciones</li> <li>- Inflamaciones</li> <li>- Perricodritis</li> <li>- Cerumen</li> <li>- Herpes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ¿Ha tenido usted dificultad para oír alguna vez?</li> <li>* ¿Ha sentido usted la necesidad de sentarse adelante para escuchar mejor las clases?</li> <li>* ¿Ha sufrido usted dolor de oídos o mareos alguna vez?</li> <li>* ¿Se distrae con facilidad en clases?</li> <li>* ¿Le molestan los ruidos fuertes?</li> <li>* ¿Sabía usted que el bajo rendimiento académico puede deberse a problemas de Audición?</li> </ul>	<p>Encuesta estructurada a los estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.</p>

## **2.4. Recolección y procesamiento de Datos**

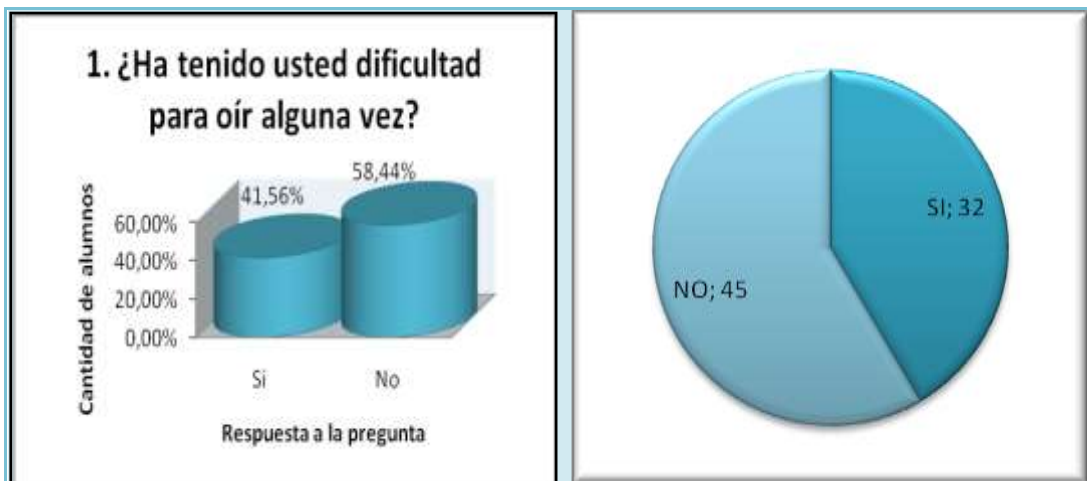
Para la recolección de datos realizamos una entrevista esta fue realizada a todos los alumnos de la especialidad de Ingeniería Industrial; desarrollamos un cuestionario de preguntas que fue elaborado en base a preguntas cerradas de SI y NO. Este cuestionario nos ayudó a recabar información que nos fue de gran ayuda para la elaboración de nuestra tesis. (El cuestionario lo encontraremos en anexos como Formulario N°. 1.1).

Los datos obtenidos fueron analizados e interpretados de manera cualitativa y cuantitativa, luego tabulados y por último graficados para tener una visión más real de los resultados.

### 2.4.1. Presentación y análisis de resultados

**Tabla No 2.2 ( Dificultades de Audición)**  
**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial  
**Elaboración:** Equipo de investigación

Dificultades para oír	N. estudiantes	Porcentaje (%)
Si	32	41,56
No	45	58,44
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>



**Gráfico .2.1** Dificultades para oír

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

#### Análisis

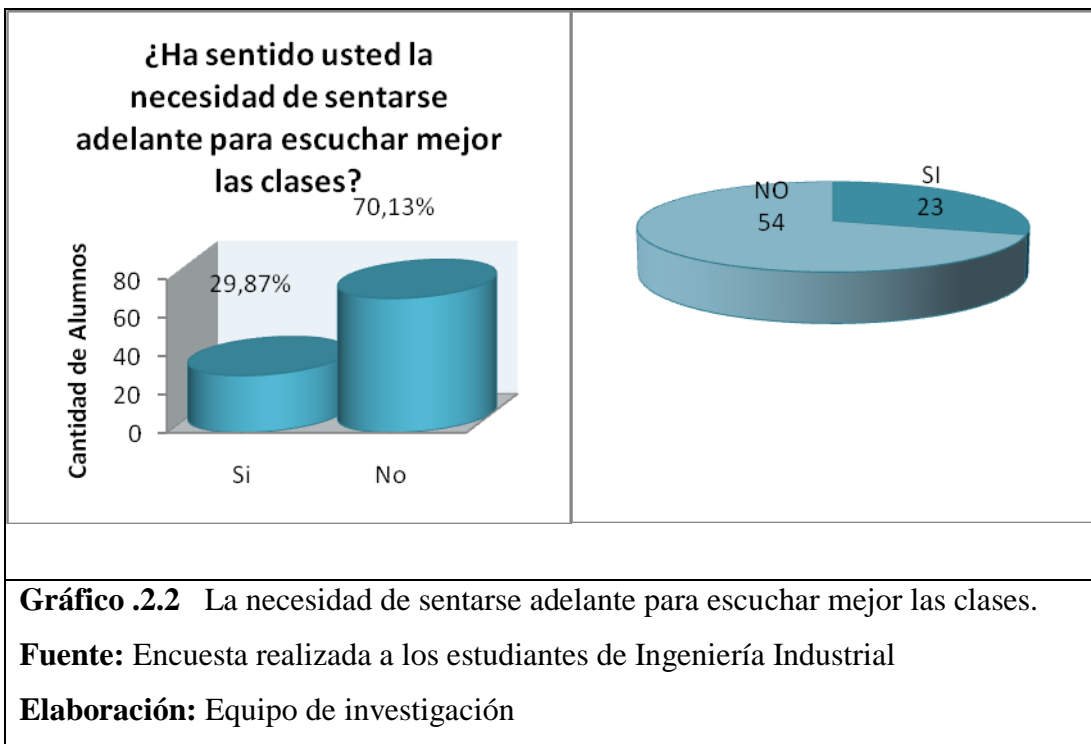
A la pregunta ¿Ha tenido usted dificultad para oír alguna vez? Se observa que el 41,56% de los estudiantes respondieron que si, lo cual muestra un alto porcentaje; tomando en cuenta la edad de los estudiantes normalmente no debería pasar de un 10%; por lo que es necesario de manera urgente realizarles audiometrías para detectar problemas auditivos a tiempo.

**Tabla No 2.3 (La necesidad de sentarse adelante para escuchar mejor las clases.)**

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

La necesidad de sentarse adelante para escuchar mejor las clases	N. estudiantes	Porcentaje (%)
Si	23	29,87
No	54	70,13
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>



### **Análisis**

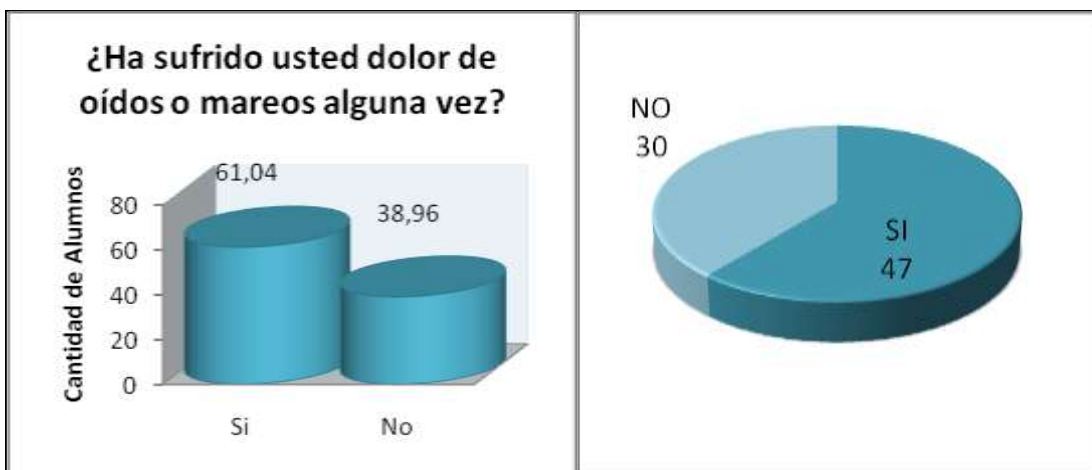
En la pregunta ¿Ha sentido usted la necesidad de sentarse adelante para escuchar mejor las clases?, el 29,87% de los estudiantes de Ingeniería Industrial, respondieron que si, lo que indica que tienen algún problema de audición.

**Tabla No 2.4 (Dolores de oídos )**

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

<b>Dolores de oídos</b>	<b>N. estudiantes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	47	<b>61,04</b>
<b>No</b>	30	<b>38,96</b>
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>



**Gráfico .2.3 Dolores de oídos**

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

### **Análisis**

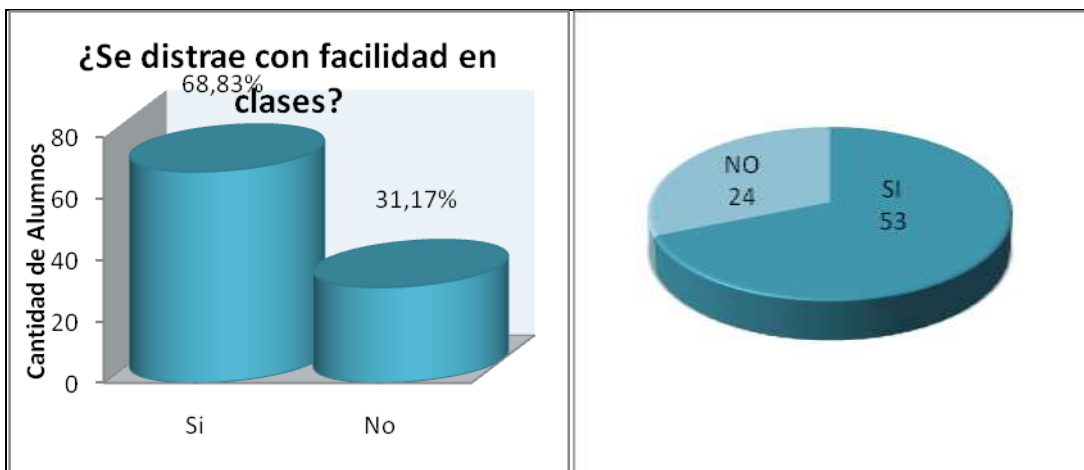
Como respuesta a la pregunta ¿Ha sufrido usted dolor de oídos o mareos alguna vez? Se puede notar que el 61,04% de estudiantes de Ingeniería Industrial han sufrido dolores de oídos o mareos. Estos síntomas afectan en el desarrollo del aprendizaje del estudiante y requieren de un chequeo o examen audiométrico.

**Tabla No 2.5 (Distracción en clases)**

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

<b>Distracción en clases</b>	<b>N. estudiantes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	53	<b>68,83</b>
<b>No</b>	24	<b>31,17</b>
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>



**Gráfico .2.4** Distracción en clases

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

### **Análisis**

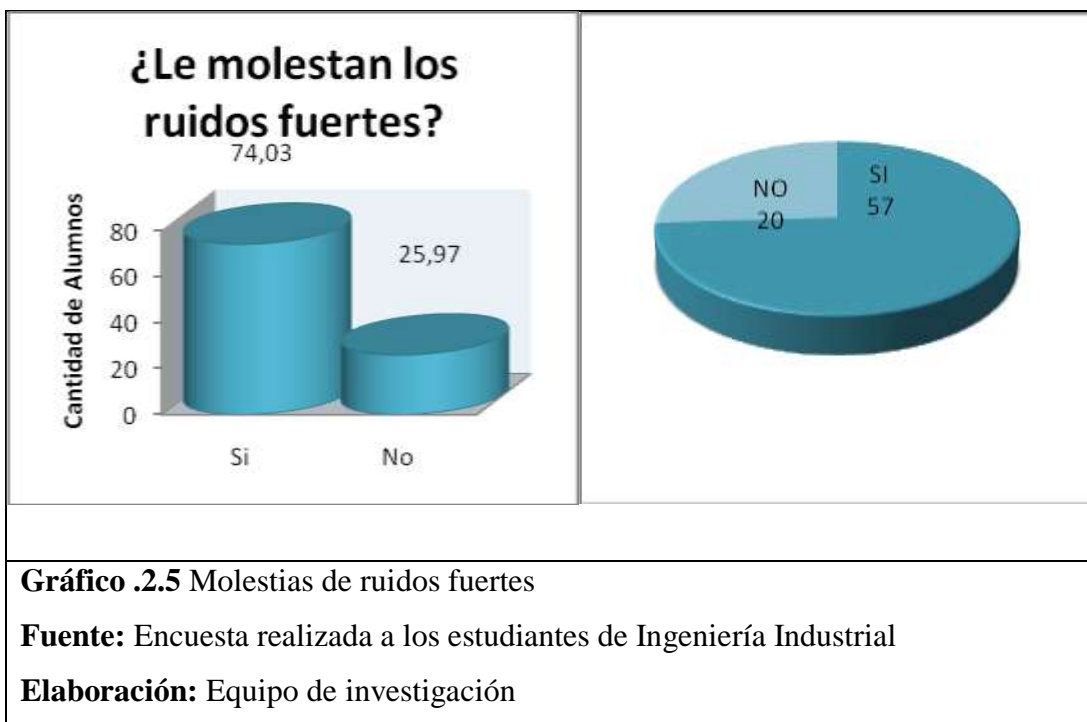
De acuerdo a la pregunta ¿se distrae con facilidad en clases? los porcentajes obtenidos son 68,83% SI y un 31,17% NO. Esto significa que la mayoría de estudiantes tienen problemas de concentración en clases, una de las causas posibles es la falta de audición por lo tanto no ponen atención.

**Tabla No 2.6 (Molestias de ruidos fuertes )**

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

<b>Dificultades para oír</b>	<b>N. estudiantes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	57	<b>74,03</b>
<b>No</b>	20	<b>25,97</b>
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>



### **Análisis**

La respuesta a la pregunta ¿Le molestan los ruidos fuertes? nos revela que el 25,97% de los estudiantes no le molesta los ruidos fuertes, lo que demuestra que pueden sufrir de algún problema auditivo grave.

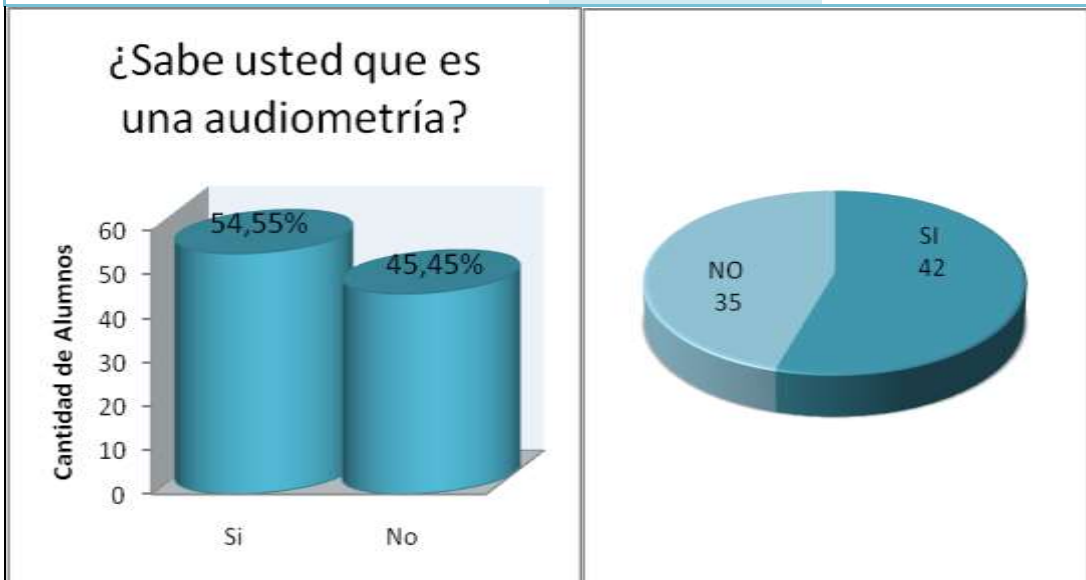


**Tabla No 2.7 (Conocimientos de una audiometría)**

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

<b>Conocimientos de una audiometría</b>	<b>N. estudiantes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	42	<b>54,55</b>
<b>No</b>	35	<b>45,45</b>
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>



**Gráfico .2.6** Conocimientos de una audiometría

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

### **Análisis**

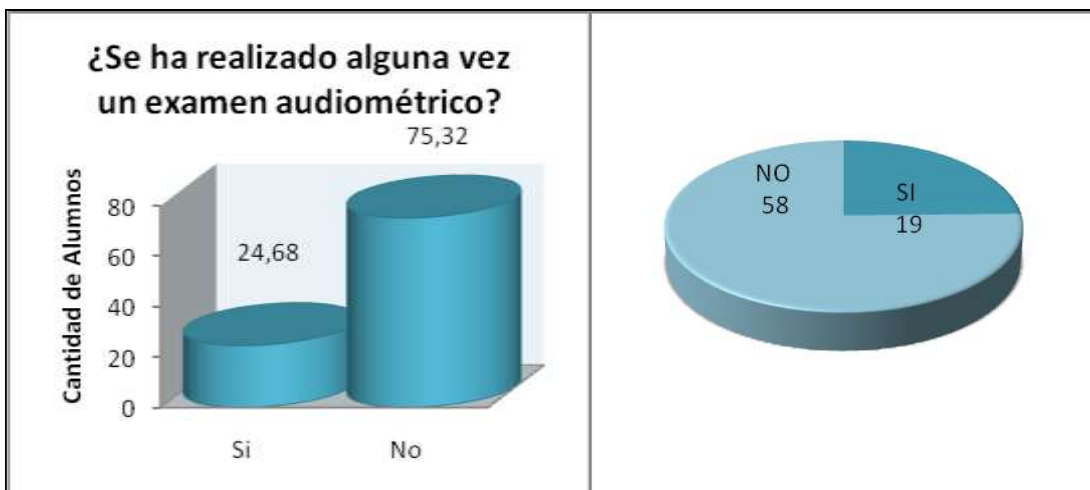
En la investigación realizada se observa que el 54,55% conoce que es una audiometría, mientras que el 45,45% no conoce, esto significa que no existe la suficiente información, siendo fundamental en la carrera de Ingeniería Industrial los mismos que constantemente están expuestos a ruidos altos e intensos por lo que deben tener conocimiento de los exámenes que son beneficios para detectar a tiempo problemas en la audición y con esto mantener una salud preventiva.

**Tabla No 2.8 (Realización de un examen audiométrico)**

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

<b>Realización de un examen audiométrico</b>	<b>N. estudiantes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	19	<b>24,68</b>
<b>No</b>	58	<b>75,32</b>
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>



**Gráfico 2.7** Realización de un examen audiométrico

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

### **Análisis**

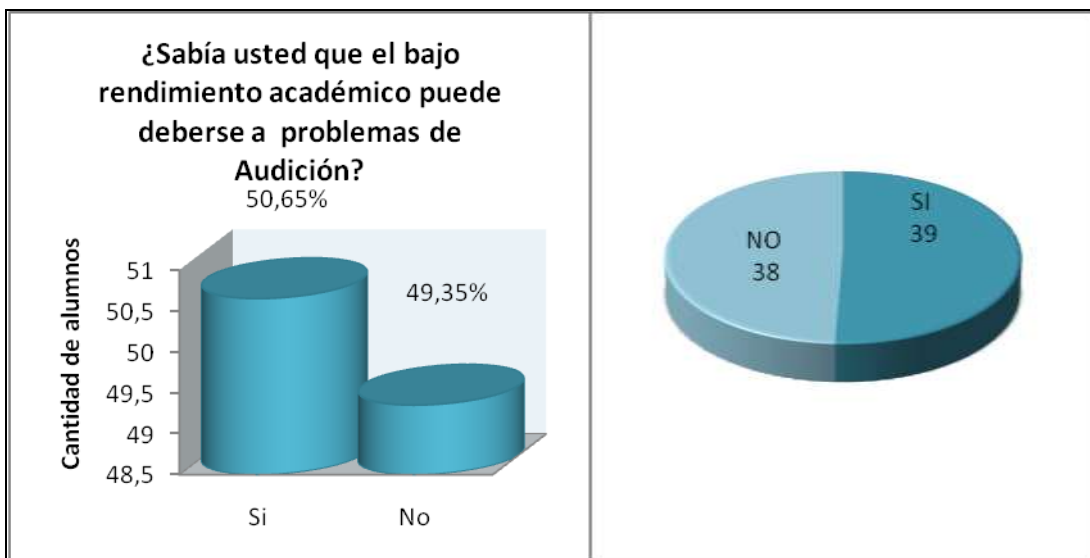
En la pregunta: ¿Se ha realizado alguna vez un examen audiométrico? se puede notar que 58 estudiantes de Ingeniería Industrial, es decir, el 75,32% no se han realizado nunca exámenes audiométricos siendo estos necesarios dentro de los exámenes médicos que cada persona debe realizarse por lo menos una vez cada año.

**Tabla No 2.9 (Problemas de Audición)**

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

<b>Dificultades para oír</b>	<b>N. estudiantes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	39	<b>50,65</b>
<b>No</b>	38	<b>49,35</b>
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>



**Gráfico .2.8** Problemas de audición

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

### **Análisis**

De acuerdo a la investigación realizada ¿Sabía usted que el bajo rendimiento académico puede deberse a problemas de Audición? se observa que 38 estudiantes de Ingeniería Industrial, es decir, el 49,35% desconocen saber que el bajo rendimiento académico, puede deberse a problemas de audición, y que se puede detectar mediante un chequeo audiométrico.

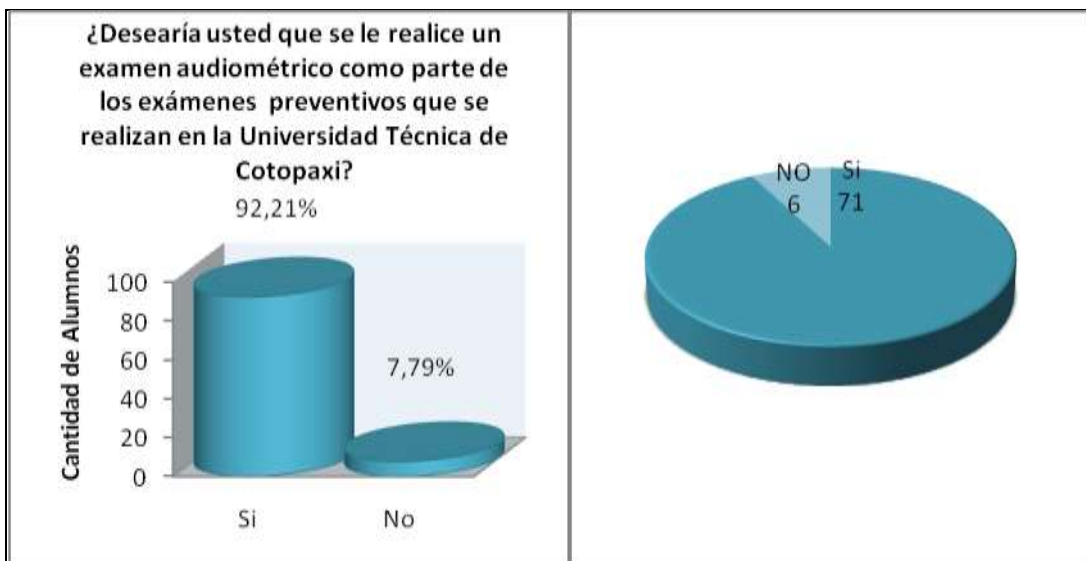
**Tabla No 2.10**

**(Examen preventivo de Audiometría en la Universidad Técnica de Cotopaxi)**

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

<b>Dificultades para oír</b>	<b>N. estudiantes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Si</b>	71	<b>92,21</b>
<b>No</b>	6	<b>7,79</b>
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>



**Gráfico .2.9** Examen preventivo de Audiometría en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

**Fuente:** Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

**Elaboración:** Equipo de investigación

### **Análisis**

En la pregunta ¿Desearía usted que se le realice un examen audiométrico como parte de los exámenes preventivos que se realizan en la Universidad Técnica de Cotopaxi? en nuestra investigación realizada se observa que el 92,21%, desean que se les realice como examen preventivo, la audiometría. Esto demuestra el interés del estudiante por su salud auditiva.

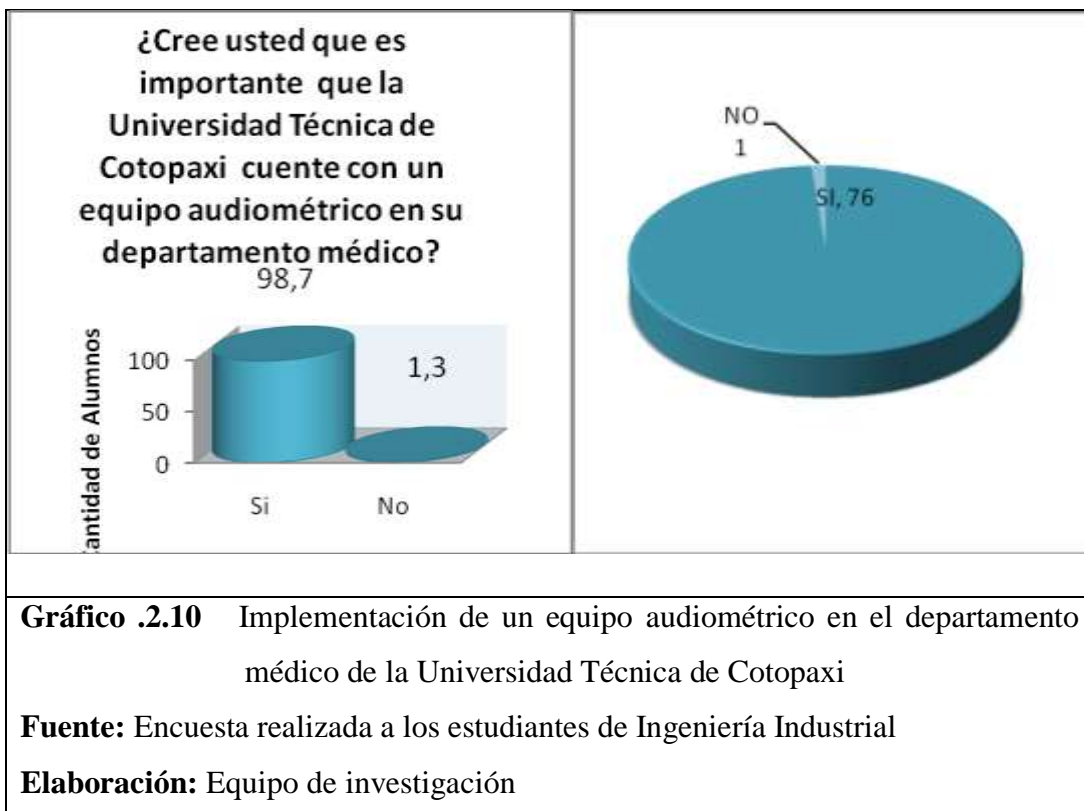
Tabla No 2.11

(Implementación de un equipo audiométrico en el departamento médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi)

Fuente: Encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

Elaboración: Equipo de investigación

Dificultades para oír	N. estudiantes	Porcentaje (%)
Si	76	98,70
No	1	1,30
Total	77	100,00



### Análisis

En la pregunta: ¿Cree usted que es importante que la Universidad Técnica de Cotopaxi cuente con un equipo audiométrico en su departamento médico? Se deduce que el 98,70%, desean que se implemente el equipo audiométrico en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Porque están consientes de la necesidad de realizarse un chequeo audiométrico.

## **2.5. Consideración del diseño del Sistema Audiométrico.**

### **2.5.1. Introducción a los Requisitos**

Un proyecto no puede ser exitoso sin una especificación correcta de los requisitos, para ello se necesita muchas habilidades; un examen riguroso de las mismas permitirá obtener un buen resultado en la culminación del proyecto. Los requisitos son capacidades y condiciones que permiten encontrar, comunicar y recordar lo que se necesita realmente, de manera que tenga un significado claro para el cliente y los miembros del equipo de desarrollo.

Para esto se llevó a cabo una investigación de la cual se determina una propuesta de los posibles requerimientos para la implementación de una cabina y equipo de audiometría de altas prestaciones, instrumentada a través de LabVIEW y una tarjeta de sonido para valorar el nivel de audición en la comunidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Para evitar el ruido externo el paciente ingresará a una cabina herméticamente cerrada, esto permitirá que los resultados de los exámenes sean exactos. La propuesta consiste en que el médico del dispensario envió mediante LabVIEW varias frecuencias convirtiéndose en sonidos emitidos hacia cada uno de los oídos del paciente, lo que va a permitir analizar el nivel de audición de los estudiantes.

#### **2.5.1.1. Requisitos**

El esfuerzo principal en la fase de requisitos es desarrollar un modelo del sistema que se va a construir, y la utilización de los casos de uso es una forma adecuada de crear ese modelo. Esto es debido a que los requisitos funcionales se estructuran de forma natural mediante casos de uso, y a que la mayoría de los otros requisitos funcionales son específicos de un solo caso de uso.

El propósito fundamental del flujo de trabajo de los requisitos es guiar el desarrollo hacia el sistema correcto. Esto se consigue mediante una descripción de los requisitos de un sistema. La posibilidad de tener puntos de partida tan dispares como una vaga noción y una especificación de requisitos detallada sugiere que los analistas necesitan ser capaces de adaptar sus técnicas a la captura de requisitos en cada situación. Estos son una descripción de las necesidades o deseos de un producto, la meta primaria de la fase de inicio es identificar y documentar lo que en realidad se necesita en forma clara se lo comunique al cliente y a los miembros del equipo de desarrollo, el reto consiste en definirlos de modo que se detecten los riesgos y no se presenten sorpresas al momento de entregar el producto. Se recomienda los siguientes artefactos en la fase de Inicio:

- Presentación general.
- Usuarios.
- Metas.
- Funciones del sistema.
- Atributos del sistema.
- Funciones de la Cabina.
- Elementos de la cabina.

#### **2.5.1.2. Presentación general**

Este proyecto tiene por objeto implementar una cabina y equipo de audiometría de altas prestaciones, Instrumentada a través de LabVIEW y una tarjeta de sonido para valorar el nivel de audición en la comunidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi

#### **2.5.1.3. Usuarios**

El sistema del equipo audiométrico será usado por el médico especialista, tomando en cuenta que usuario es la persona que manipula y administra el sistema.

#### 2.5.1.4. Metas

La presente investigación ayudará especialmente para valorar el grado de audición dentro de la salud preventiva, con la implementación del equipo audiométrico beneficiando a toda la comunidad universitaria.

#### 2.5.1.5. Funciones del sistema.

Las funciones del sistema es lo que habrá de hacer; por ejemplo en el ingreso de datos, las funciones se dividen en dos categorías:

**Evidente.-** Debe realizarse el usuario para saber que se ha realizado.

**Oculto.-** Debe realizarse aunque no va visible para los usuarios, esto se aplica a muchos servicios técnicos subyacentes como guardar información en un mecanismo persistente de almacenamiento.

##### a) Funciones básicas

Las siguientes funciones del sistema son las mínimas necesarias para el buen funcionamiento del sistema planteado:

Tabla No 2.12 (Funciones Básicas del Sistema)		
Fuente: Investigadores		
Ref. No.	Función	Categoría
R.1.1	Proveer un método estándar para la depuración auditiva de frecuencias.	Evidente
R.1.2	Control de frecuencia Auditiva	Evidente
R.1.3	Ofrecer un mecanismo de comunicación entre los procesos y los sistemas	Oculto
R.1.4	Visualización grafica de frecuencias de sonido.	Evidente



## b) Atributos del sistema

Los atributos del sistema son sus características o dimensiones; no son funciones.

Por ejemplo:

- Facilidad de uso
- Tolerancia a las fallas
- Tiempo de respuesta
- Metáfora de interfaz
- Costo al detalle
- Plataformas

Los atributos del sistema pueden abarcar todas las funciones (por ejemplo, la plataforma del sistema operativo) o ser específicos de una función o grupo de funciones.

Los atributos tienen un posible conjunto de detalles de atributos, los cuales tienden a ser valores discretos, confusos o simbólicos; por ejemplo:

Tiempo de respuesta = (psicológicamente correcto).

Metáfora de interfaz = (grafico, colorido, basado en formas).

Algunos atributos del sistema también pueden tener restricciones de frontera del atributo, que son condiciones obligatorias de frontera, generalmente en un rango numérico de los valores de un atributo; por ejemplo:

Tiempo de respuesta = (cinco segundos como máximo)

Los atributos del sistema son sus características o dimensiones.

Tabla No 2.13 (Atributos del Sistema)

Fuente: Investigadores

Atributo	Detalles y restricciones de frontera
<b>Tiempo de respuesta</b>	<b>(Restricción de frontera) 2 segundos en el envío de los datos al circuito integrado para su ejecución.</b>
<b>Metáfora de interfaz</b>	<b>(Detalle) maximiza una navegación fácil con teclado.</b>
<b>Tolerancia a fallas</b>	<b>(Restricción de frontera) debe prever que el estudiante no realice ningún ruido en la cabina.</b>
<b>Plataformas del sistema operativo</b>	<b>(Detalle) Windows.</b>

#### 2.5.1.6. Funciones básicas de la cabina

Las siguientes funciones son las mínimas necesarias para el buen funcionamiento se plantea mediante dos categorías: Evidente, Oculta.

Tabla No 2. 14 (Funciones Básicas del la Cabina)

Fuente: Investigadores

Ref. No.	Función	Categoría
<b>R1.1</b>	<b>Ofrecer un mecanismo que permita eliminar ruidos externos.</b>	<b>Evidente</b>

## Elementos de la Aplicación

Los elementos del equipo audiométrico y la cabina, se describen y se muestran en la (Tabla. No. 2.15 y Figura 2.1).

Tabla No 2. 15 (Elementos del Equipo audiométrico y cabina )	
Fuente: Investigadores	
Descripción	Cantidad
Componentes Estructurales	
<b>Fusible</b>	<b>1</b>
<b>Pulsador</b>	<b>1</b>
<b>Integrado ULN 2803</b>	<b>1</b>
<b>transformador 110VAC/12VAC 1Amp</b>	<b>1</b>
<b>Puente rectificador de diodo de 1Amp</b>	<b>1</b>
<b>Regulador 7805</b>	<b>1</b>
<b>Condensador 2200 uf 25 V</b>	<b>1</b>
<b>Condensadores de Cerámica</b>	<b>2</b>
Elementos Estructurales	
<b>Cabina</b>	<b>1</b>
<b>Auriculares</b>	<b>2</b>



### 2.5.2. Introducción a los casos de uso

Una técnica excelente que permite mejorar la comprensión de los requisitos es la creación de casos de uso es decir descripciones narrativas de los procesos del dominio.

#### 2.5.2.1. Actividades y dependencias

Los casos de uso requieren tener al menos un conocimiento parcial de los requerimientos del sistema.

#### 2.5.2.2. Casos de uso

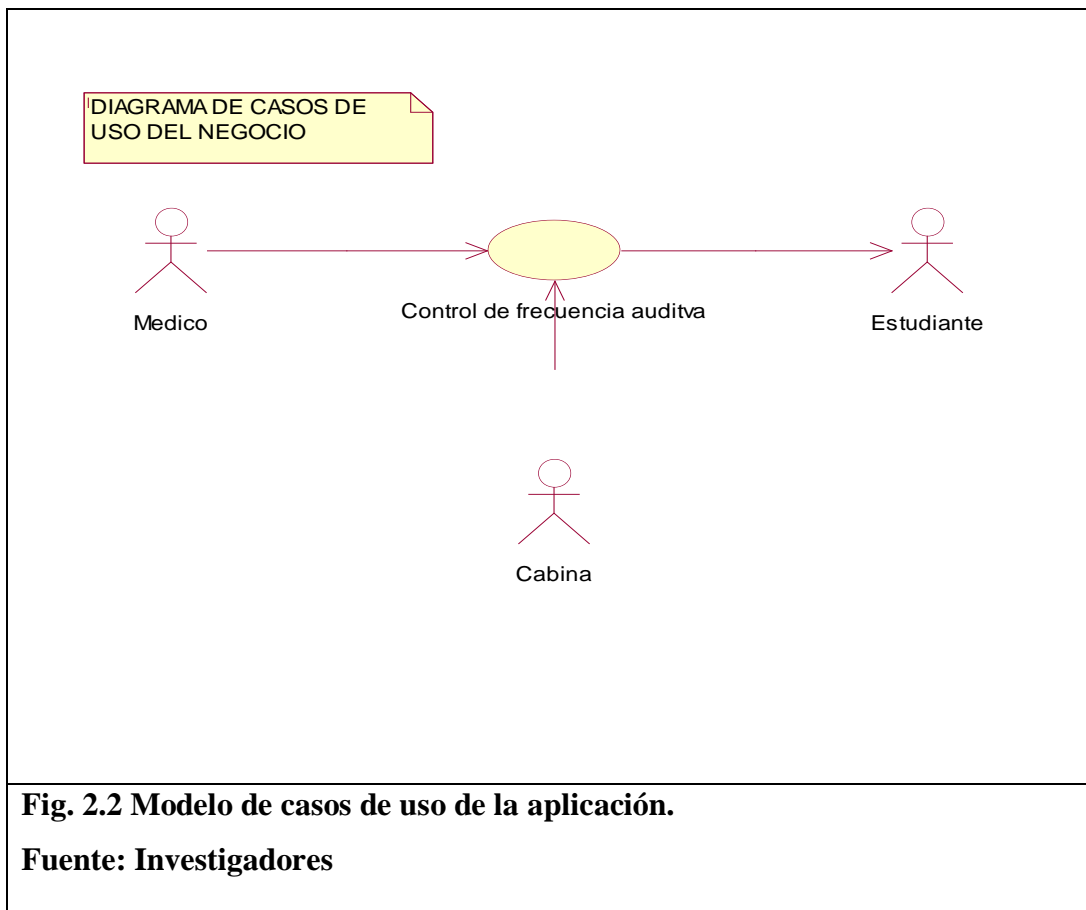
El uso es un documento narrativo que describe la secuencia de eventos de un actor (agente externo) que utiliza un sistema para completar un proceso

### 2.5.2.3. Actores

Es una entidad externa del sistema que de alguna manera participa en la historia del caso de uso, por lo regular estimula el sistema con eventos de entrada o recibe algo de él, los actores están representados por el papel que desempeñan en el caso de: usuario, cabina u otro. Los actores suelen ser representados por seres humanos pero pueden ser cualquier tipo de sistema como un sistema computarizado externo.

### 2.5.2.4. Modelo de casos de uso de la aplicación

En la figura 2.2, se muestra el diagrama de casos de uso de la cabina y equipo de audiometría de altas prestaciones para la Universidad Técnica de Cotopaxi”



### **2.5.3. Descripción de procesos**

La descripción de procesos a través del relato de las actividades que pueden generar los casos de uso permiten comprender de mejor manera los objetos o elementos que se constituirán en las piezas a desarrollarse en el sistema para este efecto se puede incluir la narrativa de los casos de uso de alto nivel que son la explicación generalizada de un proceso y los casos de uso expandidos en los cuales se incluye una buena dosis de detalle de tal forma que permitan determinar los pasos a seguirse en cada uno de los procesos sin llegar a detallar el 100% de los elementos más significativos.

#### **2.5.3.1. Casos de uso de alto nivel**

El uso de alto nivel describe claro y conciso el proceso que se quiere especificar, los encabezados y la estructura de estos casos de uso son representativos, sin embargo el UML (Lenguaje Unificado de Modelado) no especifica un formato rígido, puede modificarse para atender las necesidades y ajustarse al espíritu de la documentación ante todo una comunicación clara, se iniciará con los casos de uso de alto nivel para lograr rápidamente entender los principales procesos globales que intervienen en el control del equipo audiométrico.

Caso de uso: **Control de frecuencia Auditiva**

Actores: Médico, Cabina, Estudiante

Tipo: Primario

Descripción: El médico controla la frecuencia auditiva.

#### **2.5.3.2. Casos de uso expandidos del sistema**

Un caso de uso extendido muestra más detalles que uno de alto nivel, este tipo de casos suele ser útiles para alcanzar un conocimiento más profundo de los procesos y de los requisitos, damos en seguida la descripción de los casos de uso expandidos del sistema.

Caso de uso: Control de frecuencia Auditiva

Actores: Médico, Cabina, Estudiante

Descripción: El estudiante se ubicará dentro de la cabina el cual se situará en un lugar cómodo, se colocará los auriculares en sus oídos. Seguidamente el médico comenzara a enviar sonidos a los auriculares. El estudiante presionara el pulsador activándose un led, esto permitirá que el médico se dé cuenta que el estudiante escuchó el sonido que se envió. Posteriormente el médico visualizará e imprimirá los resultados del nivel auditivo del estudiante.

Propósito: Control de frecuencia mediante sonidos auditivos.

Referencias cruzadas: R.1.1, R.1.2, R.1.3, R.1.4.

Tabla N 2.16 Curso normal de los eventos

Fuente: Investigadores.

Acción del actor	Respuesta del Sistema
	<b>Proveer un método estándar para la depuración auditiva de frecuencias</b>
<b>El estudiante se ubicará en la cabina, se colocará los auriculares.</b>	
<b>El médico selecciona el control de frecuencia</b>	
	<b>Envía frecuencias a los auriculares</b>
	<b>Ofrecer un mecanismo de comunicación entre los procesos y los sistemas</b>
<b>Visualización gráfica de frecuencias de sonido.</b>	

### 2.5.3.3. Clasificación y programación de los casos de uso

#### a) Clasificación de los casos de uso.

Es necesario clasificar los casos de uso y los casos de alto rango, han de tratarse al inicio de los ciclos de desarrollo, la estrategia general consiste en escoger primero los casos que influyen profundamente en la arquitectura básica, he aquí algunas cualidades que aumentan la clasificación de un caso:

Tener una fuerte repercusión en el diseño arquitectónico.

Con poco esfuerzo obtener información e ideas importantes sobre el diseño.

Incluir funciones riesgosas urgentes o complejas.

Requerir una investigación a fondo o tecnología nueva y riesgosa.

Representar procesos primarios de la línea de negocios.

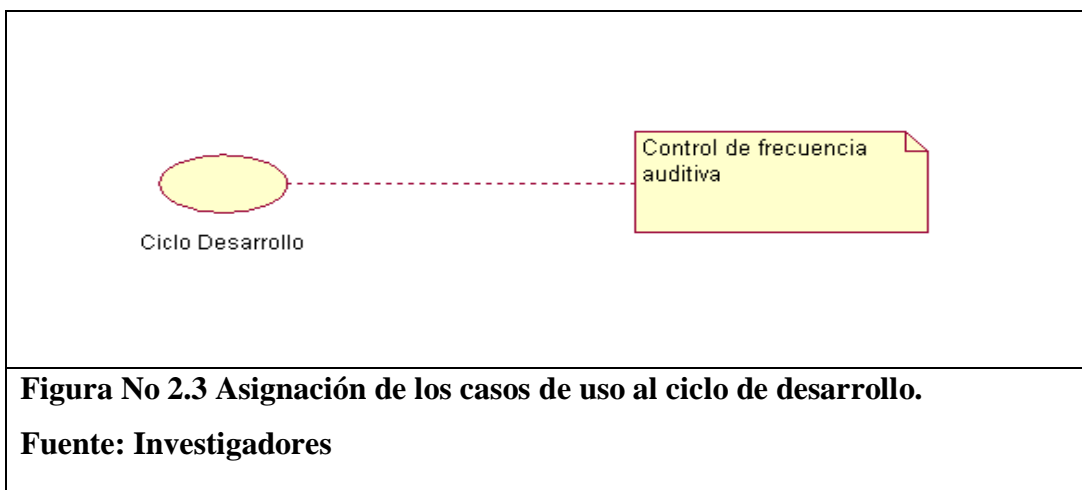
Apoyar directamente el aumento de ingresos o la reducción de costos.

Clasificación	Caso de Uso	Justificación
Alto	Control de frecuencia Auditiva	Corresponden a los criterios de clasificación más altos dentro del sistema por cuanto corresponden al control de las frecuencias.

#### b) Programación de los casos de uso

Se refiere a la inclusión de distintas versiones de los casos de uso en el ciclo de desarrollo de la aplicación, en el caso particular de la aplicación se tendrá una versión de los casos de uso planteados, esto se refleja en el presente diagrama vea en anexos la (Fig. 2.3).





#### 2.5.4. Ciclo de desarrollo

Cada ciclo se desarrolla a lo largo del tiempo, este tiempo, a su vez, se divide en cuatro fases, como se muestra en la Figura 2.4. A través de una secuencia de modelos, los implicados visualizan lo que está sucediendo en esas fases. Dentro de cada fase los desarrolladores pueden descomponer adicionalmente el trabajo en iteraciones con sus incrementos resultantes. Cada fase termina con un hito estos se determinan por la disponibilidad de un conjunto de artefactos; es decir, ciertos modelos o documentos han sido desarrollados hasta alcanzar un estado predefinido. Este facilita la organización del trabajo y las iteraciones en cuatro fases fundamentales:

**Inicio:** Visión aproximada, análisis del negocio, alcance, estimaciones imprecisas.

**Elaboración:** Visión refinada, implementación iterativa del núcleo central de la arquitectura, resolución de los riesgos altos, identificación de más requisitos y alcance, estimaciones más relevantes.

**Construcción:** Implementación iterativa del resto de requisitos del menor riesgo y elementos más fáciles, preparación para el despliegue.

**Transición:** Pruebas y despliegue.

DISCIPLINA	INICIO	ELABORACIÓN	CONSTRUCCIÓN	TRANSICIÓN
REQUISITOS				
DISEÑO				
IMPLEMENTACIÓN				
PRUEBAS				
ITERACIONES	#Iter.1	#Iter.1	#Iter.1	#Iter.1

**Figura No 2.4 Ciclo de Desarrollo del Sistema**

**Fuente: Investigador**

La fase de Inicio consta de Visión, Especificación, Modelo de Casos de Uso, Descripción de procesos, Glosario y especificaciones adicionales estos ha concluido, los casos de uso han sido identificados, clasificados y programados, se presenta una transición muy importante, inicia la fase de elaboración que consta del Modelo de análisis y diseño, Casos de uso reales y aspectos de diseño del sistema se investigan a fondo los problemas del ciclo actual, en esta fase una de las primeras actividades consiste en desarrollar un modelo conceptual. Las últimas fases de construcción y transición se realizan los modelos de implementación y despliegue.

### 2.5.5. Modelo conceptual de la aplicación

Un modelo conceptual explica (a sus creadores) los conceptos significativos en un dominio del problema es el artefacto más importante a crear durante el análisis orientado a objetos, la creación de un modelo conceptual se agrupa a conceptos idóneos, contiene muchas categorías comunes que vale la pena tener en cuenta sin que importe el orden.

Este modelo se utiliza con frecuencia como fuente de inspiración para el diseño de los objetos software, y será una entrada necesaria para varios artefactos. La etapa orientada a objetos esencial del análisis o investigación es la descomposición de un dominio de interés, en las clases conceptuales individuales u objetos, a este modelo se le considera una representación visual de las clases conceptuales u

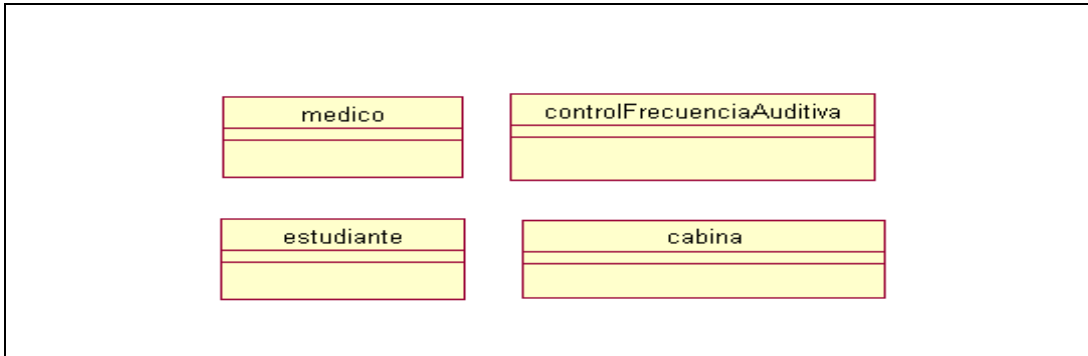
objetos del mundo real en un dominio de interés. También se les denomina modelos de dominio, modelo de objetos del dominio y modelos de objetos de análisis. Utilizando la notación UML, un modelo del dominio se representa con un conjunto de diagramas de clases en los que no se define ninguna operación.

Tabla No 2.17 (Conceptos)	
Fuente: Investigador	
Categoría del concepto	Ejemplos
<b>Objetos físicos o tangibles</b>	<b>Computador</b>
<b>Especificaciones, diseño o descripciones de cosas</b>	<b>Especificaciones de las frecuencias.</b>
<b>Lugar</b>	<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>
<b>Datos</b>	<b>Envío de datos</b>
<b>Persona</b>	<b>Usuario.</b>
<b>Conceptos de nombres abstractos</b>	<b>Control de frecuencia auditiva</b>
<b>Organizaciones</b>	<b>Centro Médico</b>
<b>Eventos</b>	<b>Ingreso y envío.</b>
<b>Manuales.</b>	<b>Procedimientos generales del lenguaje de programación LabVIEW.</b>

La lista de categorías de conceptos y del análisis de frases nominales de los casos de uso definidos anteriormente generamos una lista de conceptos adecuados para incluirlos en la aplicación del desarrollo de una cabina de audiometría, la lista está sujeta a la restricción de los requerimientos y simplificaciones que se consideren en el momento.

- Médico
- Control de frecuencia auditiva
- Estudiante
- Cabina

La lista anterior de los nombres de conceptos puede representarse gráficamente vea la figura No. 2.5, en la notación del diagrama de estructura estática de UML a fin de mostrar la génesis del modelo conceptual.

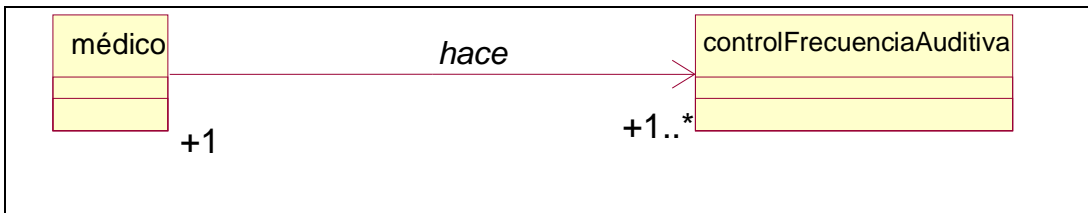


**Figura No 2.5. Modelo conceptual de la aplicación.**

**Fuente: Investigadores**

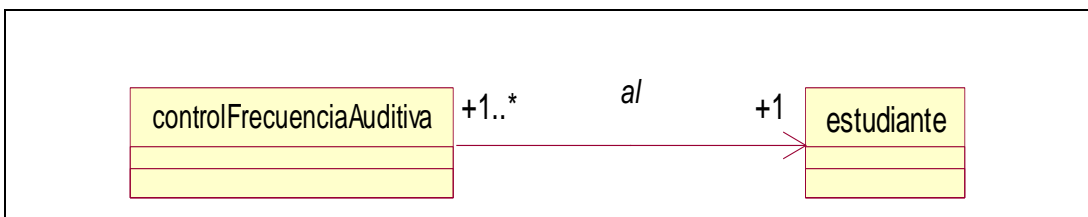
### 2.5.5.1. Agregación de las asociaciones.

Es necesario identificar las asociaciones de los conceptos que se requieren para satisfacer los requerimientos de información de los casos de uso en cuestión, los que contribuyen a entender el modelo conceptual.



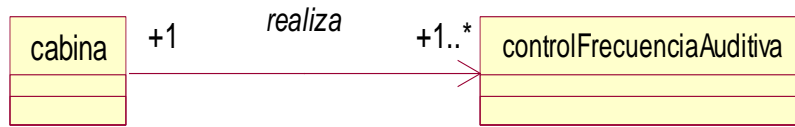
**Figura No 2.6. Asociación Médico Control de frecuencia Auditiva**

**Fuente: Investigadores**



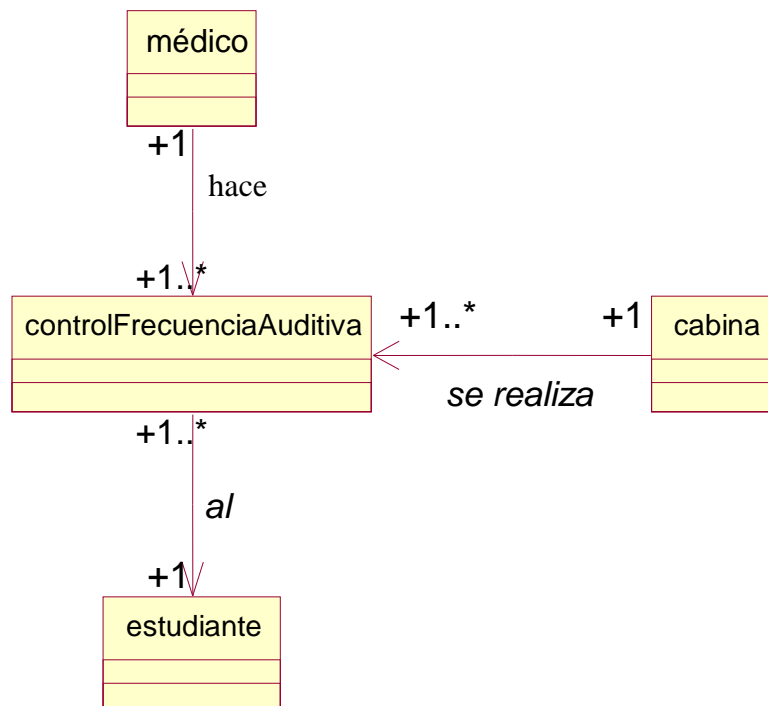
**Figura No 2.7. Asociación Control de frecuencia Auditiva Estudiante**

**Fuente: Investigadores**



**Figura No 2.8. Asociación Cabina Control de Frecuencia Auditiva**

**Fuente: Investigadores**

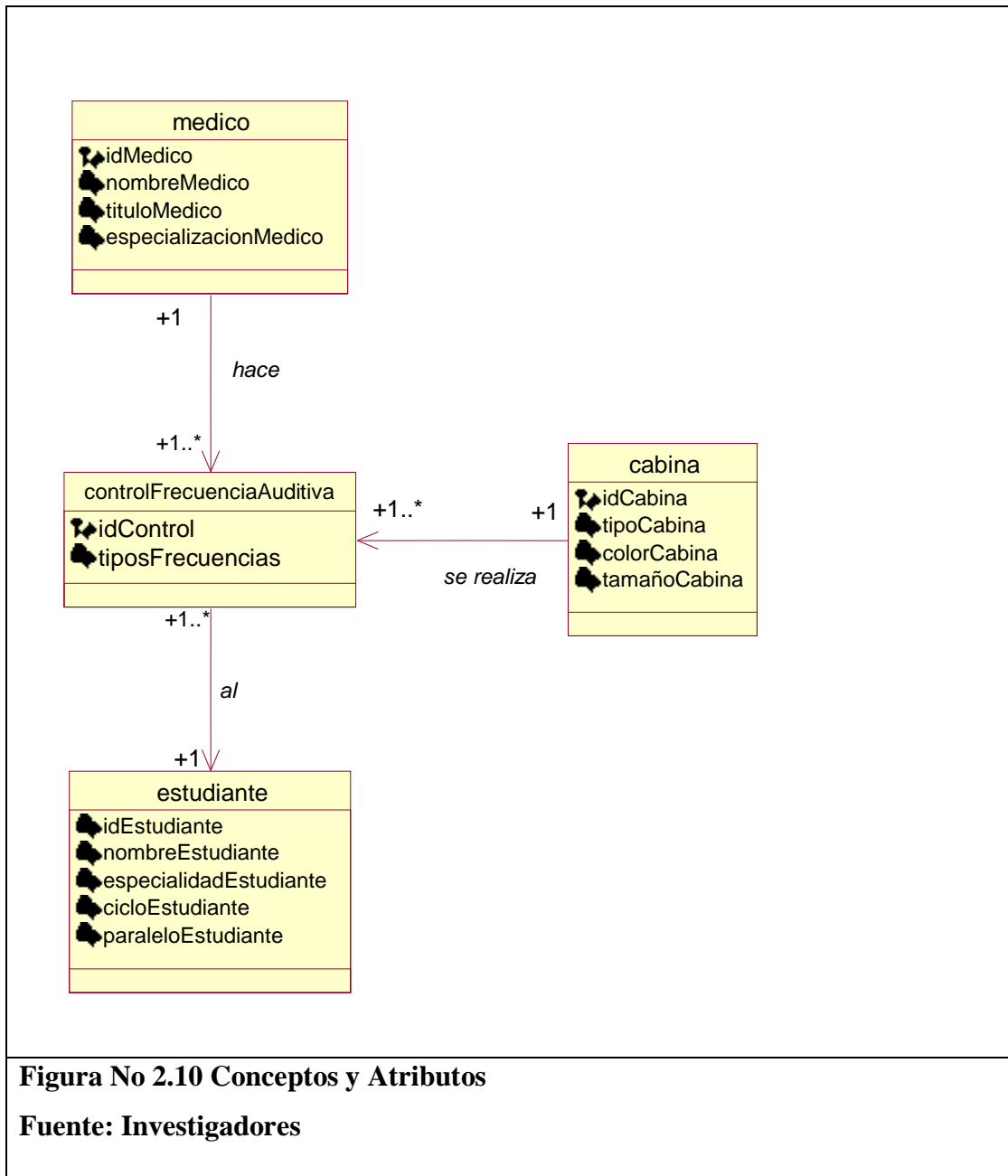


**Figura No. 2.9 Modelo Conceptual aplicado al sistema**

**Fuente: Investigadores**

### 2.5.5.2. Agregación de los atributos

Es necesario identificar los atributos de los conceptos que se necesitan para satisfacer los requerimientos de información de los casos de uso en cuestión, un atributo es un valor lógico de un dato de un objeto.



**Figura No 2.10 Conceptos y Atributos**

**Fuente: Investigadores**

### 2.5.6. Diccionario de datos

El glosario es un documento simple en el cual se definen términos, este define todos los términos que requieren explicarse para mejorar la comunicación y menorar el riesgo de malos entendidos.

Tabla No 2.18 Glosario de Términos		
Fuente: Investigador		
Término	Categoría	Comentarios
<b>controlFrecuenciaAuditiva</b>	Caso de uso	<b>Control de frecuencia del nivel auditivo</b>
<b>Medico</b>	Tipo	<b>Profesional</b>
<b>idMedico</b>	Atributo	<b>Identificación del médico</b>
<b>nombreMedico</b>	Atributo	<b>Nombre del médico</b>
<b>tituloMedico</b>	Atributo	<b>Título del médico</b>
<b>especializacionMedico</b>	Atributo	<b>Especialidad del médico</b>
<b>idControl</b>	Atributo	<b>Identificación del control</b>
<b>tiposFrecuencias</b>	Atributo	<b>Tipos de frecuencias</b>
<b>Cabina</b>	Tipo	<b>Aparato para eliminar ruido</b>
<b>idCabina</b>	Atributo	<b>Identificación de la cabina</b>
<b>tipoCabina</b>	Atributo	<b>Tipo de la cabina</b>
<b>colorCabina</b>	Atributo	<b>Color de la cabina</b>
<b>tamañoCabina</b>	Atributo	<b>Tamaño de la cabina</b>
<b>Estudiante</b>	Tipo	<b>Estudiante que se le realizará la audiometría.</b>
<b>idEstudiante</b>	Atributo	<b>Identificación del estudiante</b>
<b>nombreEstudiante</b>	Atributo	<b>Nombre del estudiante</b>
<b>especialidadEstudiante</b>	Atributo	<b>Especialidad del estudiante</b>
<b>cicloEstudiante</b>	Atributo	<b>Ciclo del estudiante</b>
<b>paraleloEstudiante</b>	Atributo	<b>Paralelo del estudiante</b>

## **2.5.7. Especificaciones adicionales.**

### **2.5.7.1. Comportamiento de los sistemas.**

El diagrama de la secuencia de un sistema muestra gráficamente los eventos que fluyen de los actores al sistema. La creación de los diagramas de la secuencia de un sistema forma parte de la investigación para conocer el sistema; se incluye, pues, dentro del modelo de análisis.

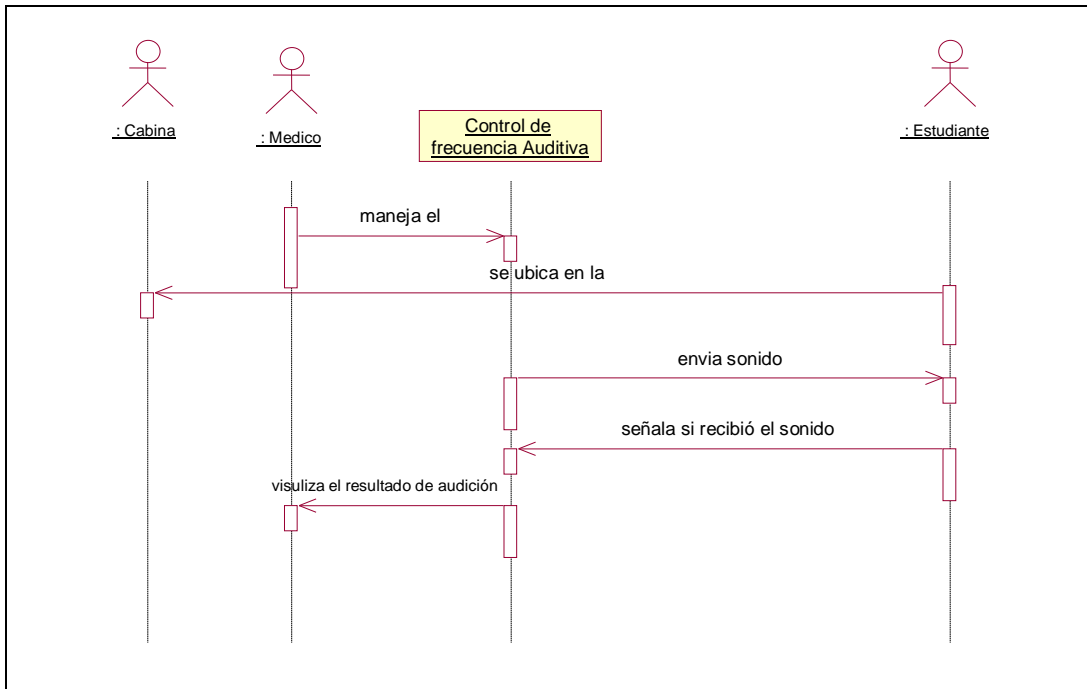
El UML ofrece una notación con los diagramas de la secuencia que muestran gráficamente los eventos que pasan de los actores al sistema. El comportamiento del sistema es una descripción de lo que hace, sin explicar la manera en que lo hace. Una parte de la descripción es un diagrama de la secuencia del sistema.

### **2.5.7.2. Diagramas de la secuencia del sistema.**

Los casos de uso indican cómo los actores interactúan con el sistema de software que es lo que en realidad deseamos crear. Durante la interacción un actor genera eventos dirigidos a un sistema, solicitando alguna operación a cambio. Conviene aislar y explicar gráficamente las operaciones que un actor solicita a un sistema, porque contribuye de manera importante a entender el comportamiento del sistema. El UML incluye entre su notación los diagramas de secuencia que dan una descripción gráfica de las interacciones del actor y de las operaciones a que da origen.

El diagrama de secuencias de un sistema es una representación que muestra, en determinado escenario de un caso de uso, los diagramas se centran en los eventos que trascienden las fronteras del sistema y que influyen de los actores a los sistemas, como se verá a continuación en el diseño de los diagramas de secuencia del prototipo del equipo audiométrico y la cabina.





**Figura No. 2.11 Diagrama de secuencias para el caso de uso:**

**Control de Frecuencia Auditiva**

**Fuente: Investigadores**

**2.5.7.3. Contratos.**

Los contratos contribuyen a definir el comportamiento de un sistema; describen el efecto que sobre él tienen las operaciones.

El lenguaje UML ofrece un soporte para definir los contratos, ya que permite definir las precondiciones y las pos-condiciones de las operaciones.

Su preparación depende del desarrollo previo del modelo conceptual, de los diagramas de la secuencia del sistema y la identificación de sus operaciones.

El comportamiento de un sistema es una descripción de lo que hace, sin explicar cómo lo hace. Los contratos son documentos muy útiles que describen el comportamiento de un sistema a partir de cómo cambia el estado de un sistema cuando se llama una operación suya.

En términos generales, un contrato es un documento que describe lo que una operación se propone lograr. Suele redactarse en un estilo declarativo, enfatizando lo que sucederá y no cómo se conseguirá. Los contratos suelen expresarse a partir de los cambios de estado de las precondiciones y de las poscondiciones. Puede elaborarse un contrato para un método de una clase de software o para una operación más global del sistema.

El contrato de operación del sistema describe los cambios del estado del sistema total cuando se llama una de sus operaciones. A continuación se presenta la definición de los contratos que se identifican en el control de motores de paso:

### **Contrato**

Nombre: Control de frecuencias Auditivas

Responsabilidades: Visualizar el nivel auditivo del estudiante

Tipo: Sistema

Referencias: R.1.1, R1.2, R.1.3, R.1.4.

Excepciones: Ninguna

Salida: Visualización de los resultados auditivos

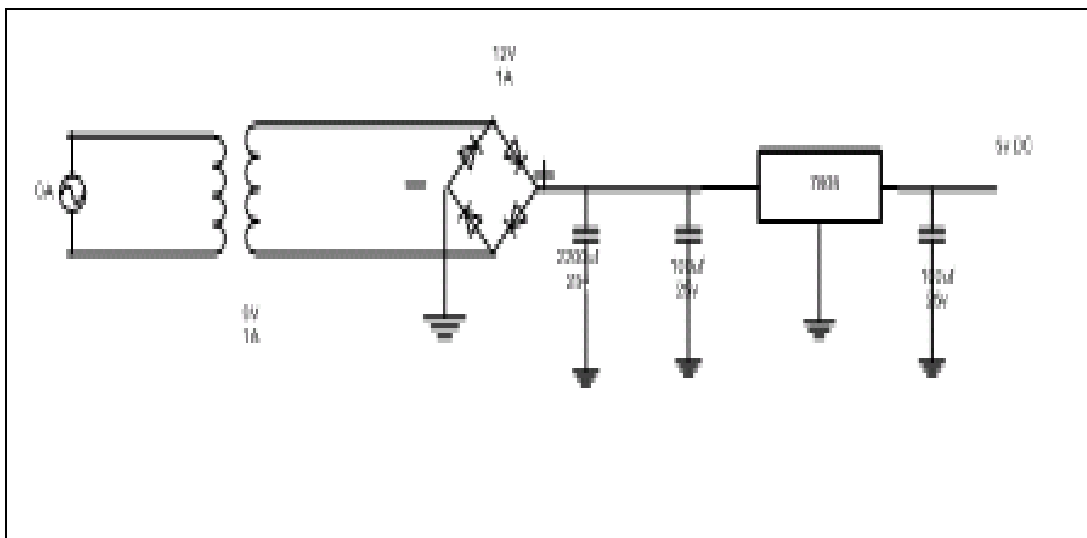
Precondiciones: El sistema espera que el usuario seleccione el control.

Poscondiciones:

- El sistema permite enviar la frecuencia de sonido, hacia el estudiante.
- Visualización de los resultados del nivel auditivo.

## 2.5.8. Análisis de circuitos.

### 2.5.8.1. Circuito del equipo audiométrico



**Figura No. 2.12 Circuito del Equipo Audiométrico**

**Fuente: Investigadores**

## **2.6. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

La hipótesis planteada en la presente investigación fue: La implementación de una cabina y equipo de audiometría de altas prestaciones, instrumentada a través de LabVIEW y una tarjeta de sonido permitirán valorar el nivel de audición del paciente.

De acuerdo al análisis de las respuestas a la encuesta realizada a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi: se pudo determinar que un alto porcentaje de los estudiantes, necesitaban realizarse un examen audiométrico para determinar su nivel auditivo, por lo que fue necesario de manera urgente implementar una cabina y equipo de audiometría para realizar exámenes audiométricos y así detectar a tiempo problemas en la audición.

Una vez concluida nuestra tesis, y luego de implementar el sistema audiométrico y realizar las pruebas de funcionamiento, el sistema audiométrico virtud está en la capacidad de determinar el nivel de audición del paciente.

Por lo tanto consideramos que la hipótesis fue verificada.

## **CAPITULO III**

### **DISEÑO Y MODELACIÓN DEL SISTEMA.**

#### **3.1.- Justificación**

La presente investigación tecnológica científica del audiómetro, es un aporte para que la Universidad Técnica de Cotopaxi, se involucre más en aplicaciones tecnológicas contribuyendo al desarrollo científico y tecnológico en dicha institución, y por ende, ayudando a que el aprendizaje obtenido en los diferentes años de estudios sean puestos en práctica, con ello se podrá aumentar el interés de los estudiantes en el desarrollo de aplicaciones tecnológicas y científicas.

Con este tipo de proyecto estamos contribuyendo a la falta de equipos audiométricos en el Servicio Médico, mediante el mismo se realizarán las audiometrías a un bajo costo, beneficiando al personal administrativo, empleados y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi; quedando en manos de las autoridades de la Universidad estudiar si en un futuro se podría brindar este beneficio a la ciudadanía en general a través de proyectos productivos realizando convenios con hospitales, clínicas entre otros. Dicha investigación ayudará especialmente para valorar el grado de audición dentro de la salud preventiva al personal universitario.

Estamos brindando a las nuevas generaciones la oportunidad de despertar el interés por la investigación científica y la exploración de otros campos a fines, como es la creación de la cabina audiométrica controlada por computadora que tenga la capacidad de valorar el grado de audición de las personas. Ayudando a que los estudiantes desarrollen tecnología propia, permitiendo así una mejor aplicación de sus conocimientos, y su perfil profesional.

Por otra parte, cabe mencionar que existe una apertura total por parte de las autoridades del Servicio Médico y de la administración de la Universidad Técnica de Cotopaxi en apoyo a la propuesta; especialmente del Doctor Richard Pérez, profesional a cargo del mencionado Servicio Médico. Este proyecto será de gran beneficio para la comunidad universitaria y de la ciudadanía en general, la implementación de la cabina y el equipo audiométrico en el Departamento de Bienestar Universitario específicamente en el Servicio Médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ya que es un proyecto de gran interés científico, tecnológico y de intervención social, además contamos con los materiales necesarios y tenemos la suficiente experiencia y capacidad para diseñar y construir la cabina audiométrica.

### **3.2 Consideración de la implementación del equipo audiométrico.**

#### **3.2.1 Introducción al diseño**

En la fase de diseño, el resultado del análisis es expandido a una solución técnica. Se agregan nuevas clases que proveen de la infraestructura técnica: interfaces de usuario, manejo de bases de datos para almacenar objetos en una base de datos, comunicaciones con otros sistemas, etc. Las clases de dominio del problema del análisis son agregadas en esta fase. El diseño resulta en especificaciones detalladas para la fase de programación.

En la fase de análisis anterior, se da prioridad al conocimiento de los requerimientos, los conceptos y las operaciones relacionadas con el sistema. A menudo la investigación y el análisis se caracterizan por centrarse en cuestiones concernientes al qué: cuáles son los procesos, los conceptos, etcétera.

En el UML (Lenguaje Unificado de Modelado) hay otros artefactos que sirven para capturar los resultados de una investigación; a continuación se describe un grupo mínimo de ellos que fueron plasmados en la etapa anterior:

Tabla No. 3.1 Del análisis al diseño

Fuente: Investigador

Artefacto de análisis

- \* **Casos de uso**
- \* **Modelo conceptual**
- \* **Diagrama de las secuencias de un sistema**
- \* **Contratos**

Durante el ciclo de desarrollo iterativo es posible pasar a la fase de diseño, una vez terminados estos documentos del análisis. Durante este paso se logra una solución lógica que se funda en el paradigma orientado a objetos. Su esencia es la elaboración de diagramas de interacción, que muestran gráficamente cómo los objetos se comunicarán entre ellos a fin de cumplir con los requerimientos.

El advenimiento de los diagramas de interacción nos permite dibujar diagramas de diseño de clases que resumen la definición de las clases (e interfaces) implementables en software.

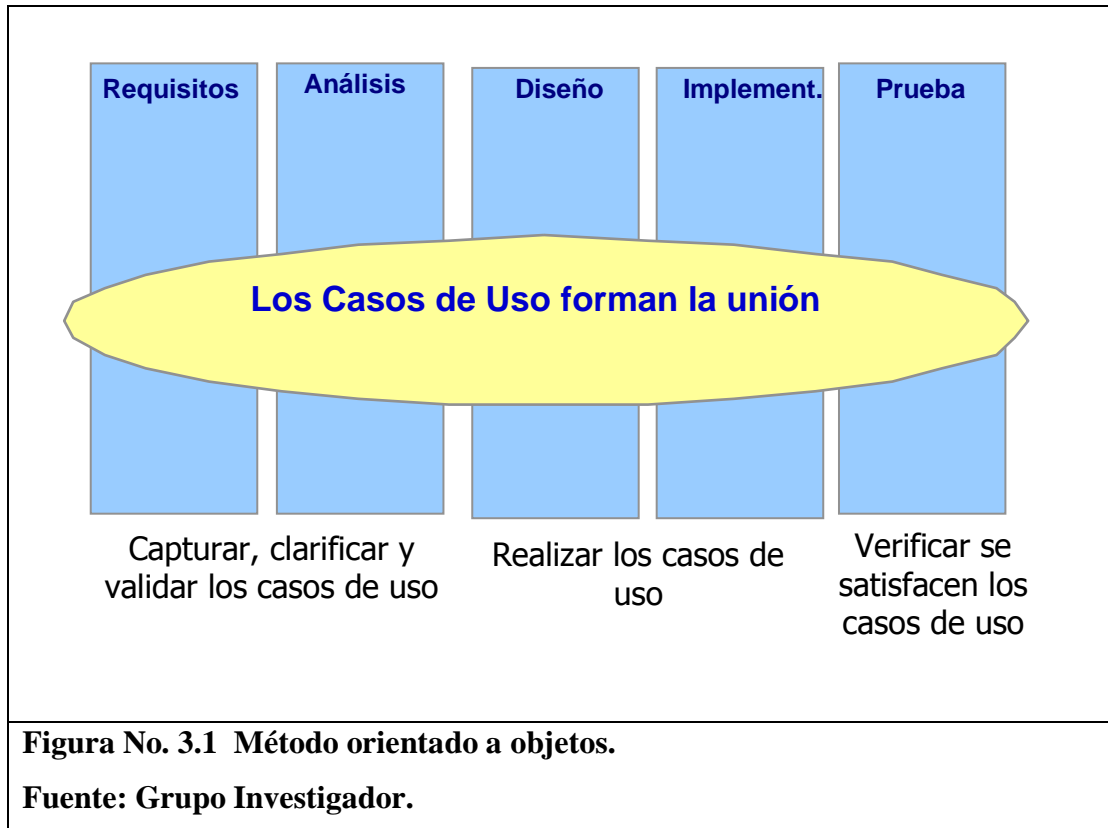
Un proceso de desarrollo de programas tiene como objetivo la formalización de las actividades relacionadas con la elaboración de sistemas informáticos, deben ser:

- Reproducible
- Definido
- Medible en cuanto a rendimiento
- Optimizable

UML no incorpora por sí misma el modelo de proceso, los autores destacan las siguientes características de UML como esenciales para determinar el proceso de desarrollo:

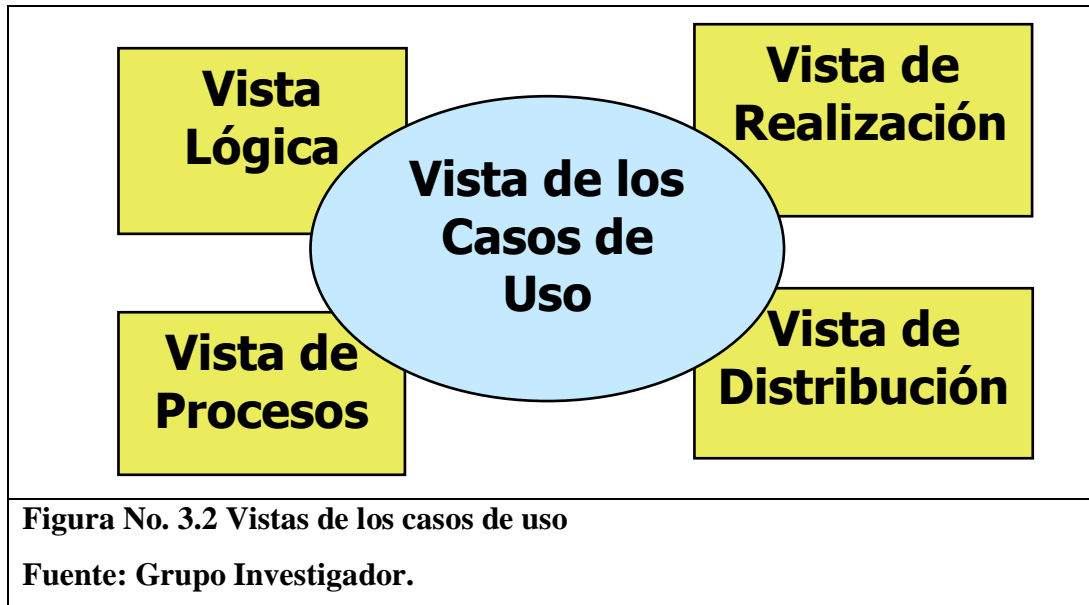
- Está controlado por los casos de uso: desde la especificación hasta el mantenimiento.

- Se centra en la arquitectura: reutilizable y como guía hasta la solución.
- Iterativo e incremental: el trabajo se divide en iteraciones pequeñas en función de la importancia de los casos de uso y el estudio de riesgos.



- En análisis las necesidades se segmentan respecto de los distintos actores. Servicios del sistema de la forma interacción actor –sistema.
- En análisis también se distinguen objetos y clases. Cada caso de uso se realiza por la colaboración entre objetos.
- La descomposición no es estrictamente funcional: la colaboración de un caso de uso es una situación particular de clases potenciales.





### **Vista Lógica**

La vista lógica describe los aspectos estáticos y dinámicos de un sistema en términos de clases y objetos, se usan:

- Objetos
- Clases
- Colaboraciones
- Interacciones
- Categorías (paquetes estereotipados)

### **Vista de Realización**

Se preocupa de la organización de los componentes en el entorno de desarrollo, muestra el reparto de clases en componentes y estos en subsistemas, se usan:

- Módulos
- Subprogramas
- Tareas
- Subsistemas (paquetes estereotipados)

## **Vista de Procesos**

Representa la descomposición en flujos de ejecución (threads), la sincronización entre flujos y la asignación de objetos y clases en dichos flujos, se usan:

- Tareas, threads, procesos.
- Interacciones.

## **Vista de Distribución**

Describe los diferentes recursos de hardware y la implementación del programa en dichos recursos, se consideran:

- Tiempos de respuesta y rendimiento.
- Restricciones geográficas.
- Potencia de cálculo distribuido.
- Sobrecargas.
- Tolerancia a fallos y a averías.

Estos son usados en: nodos, módulos y programas principales.

## **Vista de los Casos de Uso**

Los casos de uso unifican las cuatro vistas precedentes, se usan:

- Actores,
- Casos de uso
- Clases
- Colaboraciones

El código que realiza las clases, los objetos y las interacciones entre los objetos se almacena en componentes que constituyen los módulos de la estructura física de

los sistemas, un programa principal es una especie de componente con código ejecutable correspondiente a una o varias interacciones, considerando a un programa principal se distribuyen sobre nodos en procesos que lo ejecutan.

### **Organización de los modelos y las vistas**

En la Vista Lógica los paquetes contienen objetos, clases, a otros paquetes y los diagramas contenidos (los paquetes se especializan en categorías). En la Vista de Realización los paquetes contienen componentes y los diagramas correspondientes (los paquetes se especializan en subsistemas).

### **3.2.2 Descripción de los casos de uso reales**

Un Caso de Uso Real describe el diseño real del caso de uso según una tecnología concreta de entrada y de salida y su implementación. Si el caso de uso implica una interfaz de usuario, el caso de uso real incluirá bocetos de las ventanas y detalles de la interacción a bajo nivel con los widgets (botón, lista seleccionable, campo editable, etc.) de la ventana.

Como alternativa a la creación de los Casos de Uso Reales, el desarrollador puede crear bocetos de la interfaz en papel, y dejar los detalles para la fase de implementación.

Caso de uso: Control de frecuencia Auditiva

Actores: Médico, Cabina, Estudiante

Descripción: El estudiante se ubicara dentro de la cabina el cual se situara en lugar cómodo, se colocara los auriculares en sus oídos. Seguidamente el médico comenzara a enviar sonidos a los auriculares. El estudiante presionara el pulsador activándose un led, esto permitirá que el médico sepa que el estudiante escucho el sonido que se envió. Posteriormente el médico visualizará e imprimirá los resultados del nivel auditivo del estudiante.

Propósito: Control de frecuencia mediante sonidos auditivos.

Referencias cruzadas: R.1.1, R.1.2, R.1.3, R.1.4.

Tabla N 3.2 Curso normal de los eventos.

Fuente: Investigadores.

Acción del actor	Respuesta del Sistema
El estudiante se ubicara en la cabina, se colocara los auriculares.	Proveer un método estándar para la depuración auditiva de frecuencias
El médico selecciona el control de frecuencia	Envía frecuencias a los auriculares
Visualización grafica de frecuencias de sonido.	Ofrecer un mecanismo de comunicación entre los procesos y los sistemas

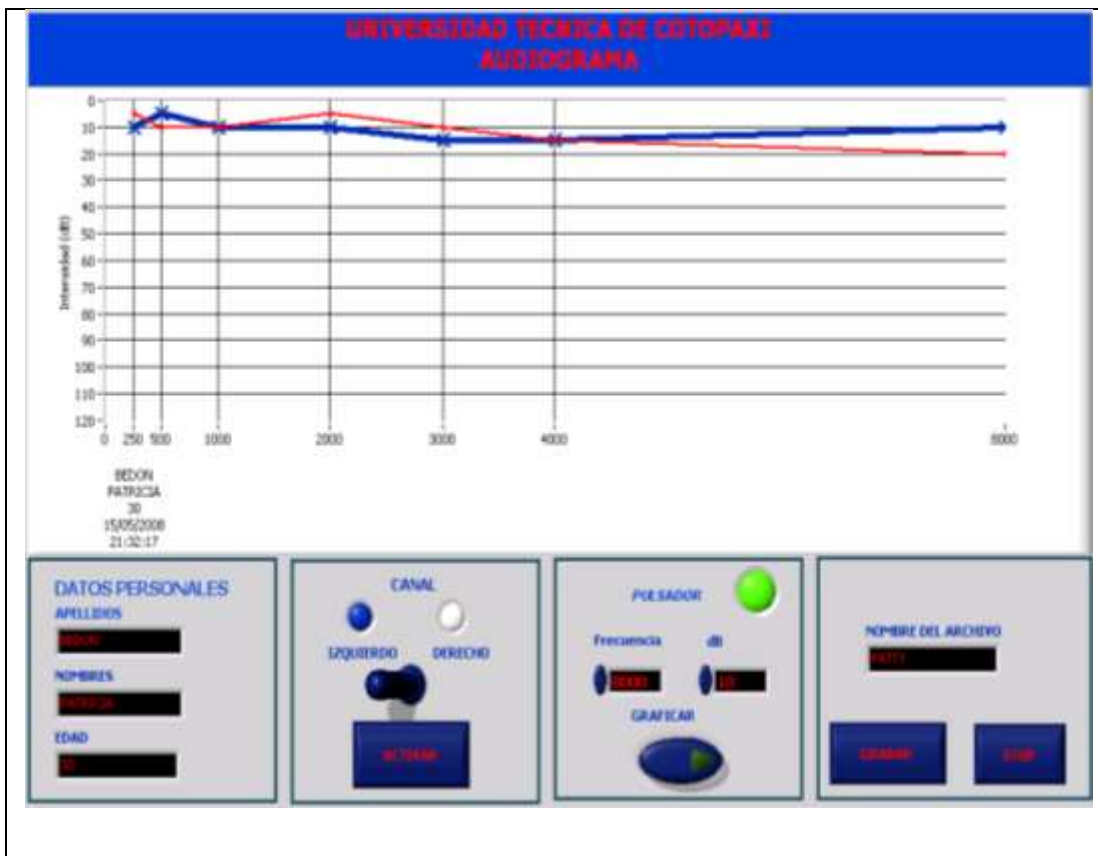


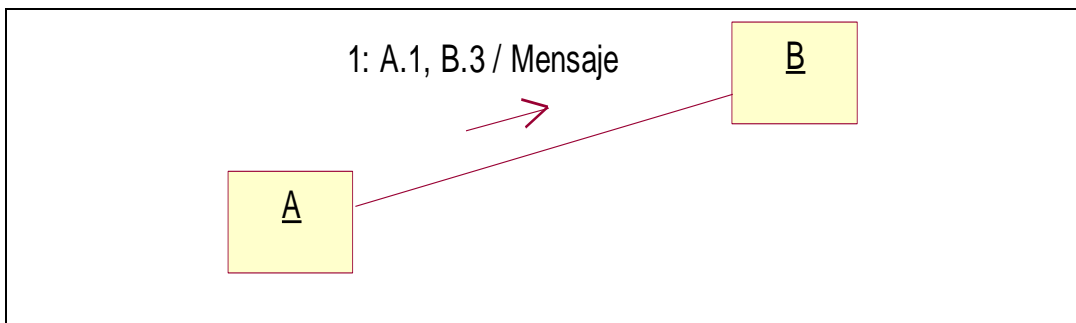
Figura No. 3.3 Caso de uso real de Control de Frecuencia Auditiva

Fuente: Grupo Investigador.

### 3.2.3 Diagramas de colaboración

Son útiles en la fase exploratoria para identificar objetos, esta distribución de los objetos en el diagrama permite representar una disposición espacial, de la estructura estática viene dada por los enlaces; la dinámica por el envío de mensajes por los enlaces.

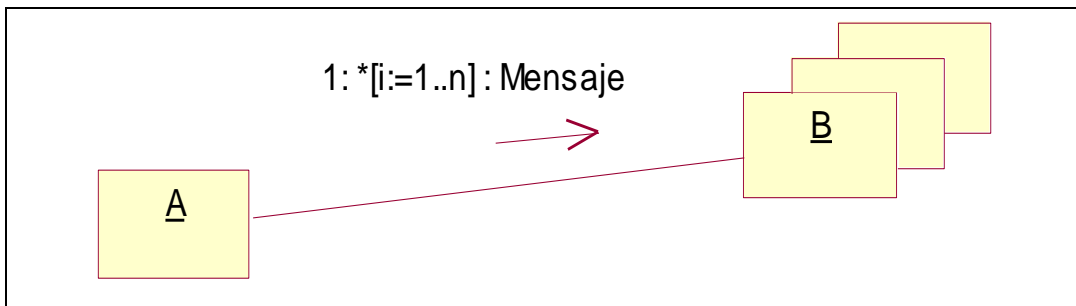
El contexto de una interacción comprende los argumentos, las variables locales creadas en ejecución y los enlaces entre los objetos que participan en la interacción, la colaboración es mediante el intercambio de mensajes. Este desencadena una acción en el objeto destinatario, y envía si han sido enviados los mensajes de una lista (sincronización):



**Figura No. 3.4 Mensaje sincronizado**

**Fuente: Grupo Investigador.**

Un mensaje se envía iterada y secuencialmente a un conjunto de instancias:

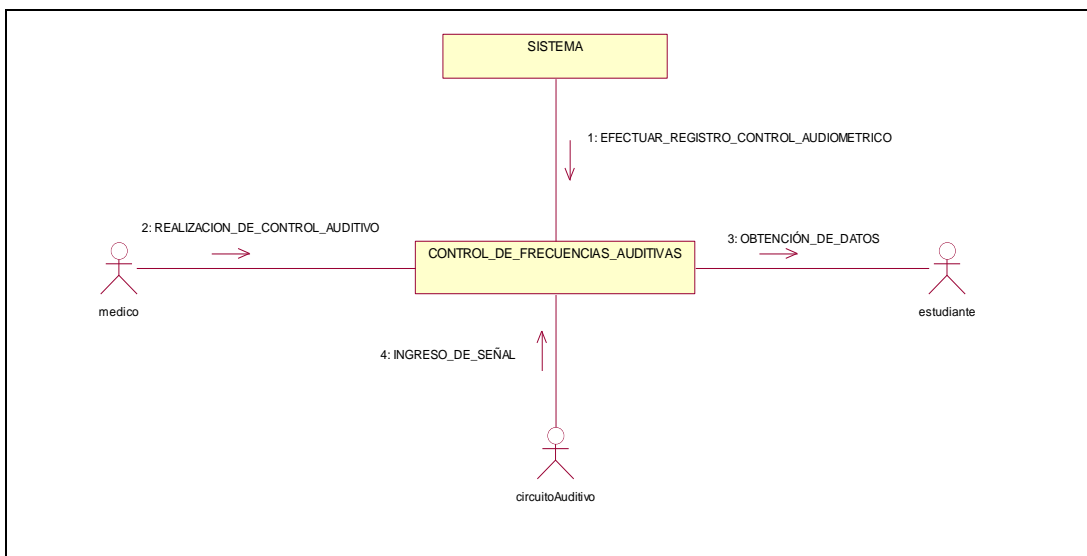


**Figura No. 3.5 Mensaje de secuencia de instancias**

**Fuente: Grupo Investigador.**

Este diagrama muestra a los objetos como tales y sus relaciones entre sí. Un diagrama de colaboración es una extensión de uno de los objetos. Además de las relaciones entre objetos, estos muestran mensajes que se envían entre sí. Por lo general, evitará la multiplicidad dado que podrá ser fuente de confusión. Para representar este mensaje, dibujara una flecha cerca de la línea de asociación entre dos objetos, esta flecha apunta al objeto receptor. El tipo de mensaje se mostrará en una etiqueta cerca de la flecha; por lo general, el mensaje le indicará al objeto receptor que ejecute una de sus operaciones. El mensaje finalizará con un par de paréntesis, dentro de los cuales colocará los parámetros (en caso de haber alguno) con los que funcionará la operación.

En los contratos de colaboración se incluye una primera conjetura óptima sobre las poscondiciones referentes al inicio de las operaciones del sistema. Sin embargo, los contratos no muestran una solución de cómo los objetos de software van a cumplir con ellas. A continuación se define uno de los diagramas de colaboración del sistema, no detallaremos los restantes por cuanto son similares y su funcionamiento no es relevante por cuanto las interacciones entre entidades son repetitivas.



**Figura No 3.6. Diagrama de colaboración para el caso de Control de Frecuencia Auditiva.**

**Fuente: Grupo Investigador**

Este diagrama de colaboración se lee de la siguiente manera:

1. La instancia del SISTEMA, envía el mensaje EFECTUAR\_REGISTRO\_CONTROL\_AUDIOMETRICO al CONTROL\_DE\_FRECUENCIAS\_AUDITIVAS.
2. El objeto de CONTROL\_DE\_FRECUENCIAS\_AUDITIVAS, es utilizado por el MEDICO, el cual envía el mensaje, de la REALIZACION\_DE\_CONTROL\_AUDITIVO, a la instancia CONTROL\_DE\_FRECUENCIAS\_AUDITIVAS.
3. El objeto de CONTROL\_DE\_FRECUENCIAS\_AUDITIVAS, envía un mensaje de OBTENCIÓN\_DE\_DATOS, al ESTUDIANTE.
4. El objeto ESTUDIANTE, es realizado la audiometría, donde posteriormente los datos son procesados, el CIRCUITO\_AUDITIVO envía el mensaje de INGRESO\_DE\_SEÑAL, alertando la audición auditiva del ruido producido en el oído al CONTROL\_DE\_FRECUENCIAS\_AUDITIVAS.

#### **3.2.4. Asignar responsabilidades.**

Un sistema orientado a objetos se compone de objetos que envían mensajes a otros objetos para que lleven a cabo las operaciones. En los contratos se incluyen una conjetura inicial óptima sobre las responsabilidades y las poscondiciones de las operaciones.

Los diagramas de colaboración describen gráficamente la solución, a partir de los objetos en interacción, que estas responsabilidades y poscondiciones satisfacen.

La calidad de diseño de la interacción de los objetos y la asignación de responsabilidades presentan gran variación. Las decisiones poco acertadas dan

origen a sistemas y componentes frágiles y difíciles de mantener, entender, reutilizar o extender. Una implementación hábil se funda en los principios cardinales que rigen un buen diseño orientado a objetos. En los patrones GRASP se codifican algunos de ellos, que se aplican al preparar los diagramas de colaboración, cuando se asignan las responsabilidades o durante ambas actividades.

Resumimos a continuación la introducción anterior:

- Asignar correctamente las responsabilidades es muy importante en el diseño orientado a objetos.
- La asignación de responsabilidades a menudo se asignan en el momento de preparar los diagramas de colaboración.
- Los patrones son parejas de problemas/solución común nombre, que codifican buenos principios y sugerencias relacionadas frecuentemente con la asignación de responsabilidades.



### 3.2.5. Diseño y construcción de placas y circuitos

#### 3.2.5.1. Circuito Audiométrico



**Figura No. 3.7 Fuente de Poder**

**Fuente: Grupo Investigador**

#### 3.2.5.2 Construcción de la Cabina



**Figura No. 3.8 Cabina**

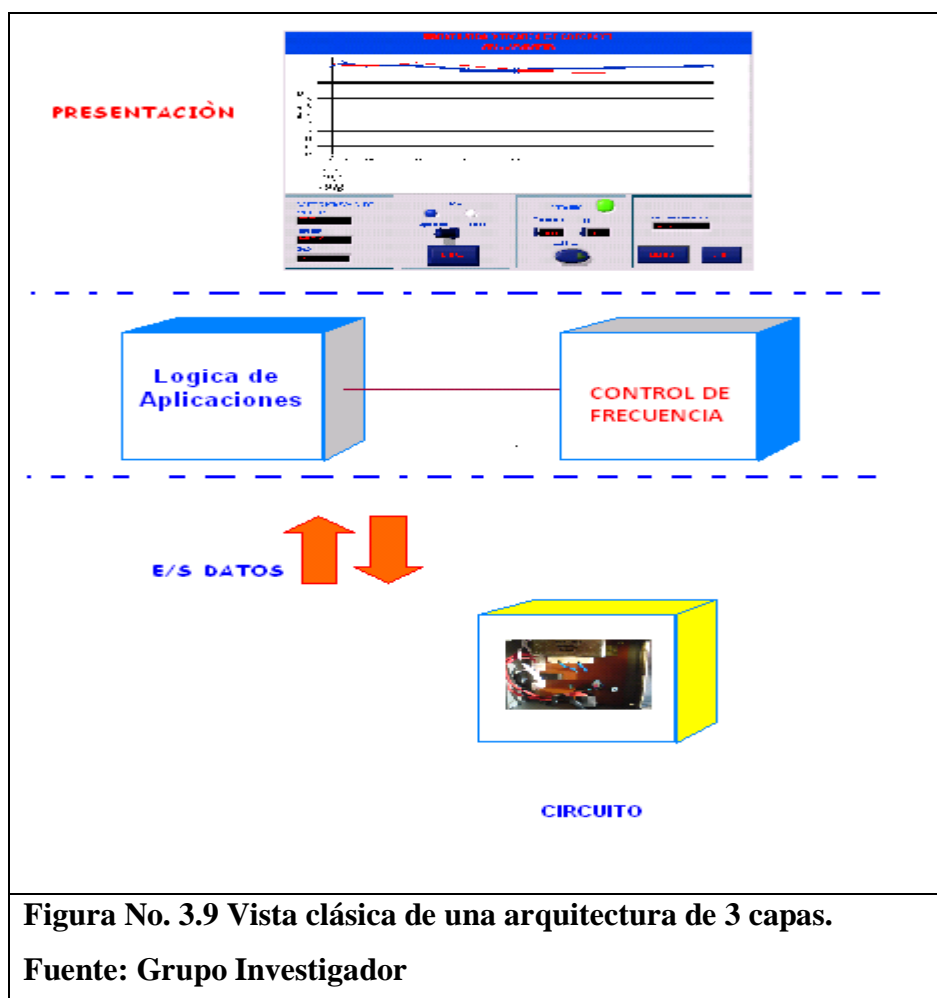
**Fuente: Grupo Investigador**

### 3.2.6. Algunos Aspectos del diseño del Sistema

Un sistema se compone de muchos subsistemas, uno de los cuales son los objetos del dominio. Un sistema ordinario de información ha de conectarse a la interfaz del usuario y a un mecanismo de almacenamiento, (vea la figura 3.4).

Una arquitectura común de los sistemas de información que abarca una interfaz para el usuario, aplicaciones y el nivel físico se conoce con el nombre de arquitectura de tres capas. He aquí una descripción clásica de las tres capas verticales:

1. Presentación: ventanas etc.
2. Lógica de aplicaciones: tareas y reglas que rigen el proceso.
3. Nivel Físico: Se encuentra el almacenamiento, E/S de datos.

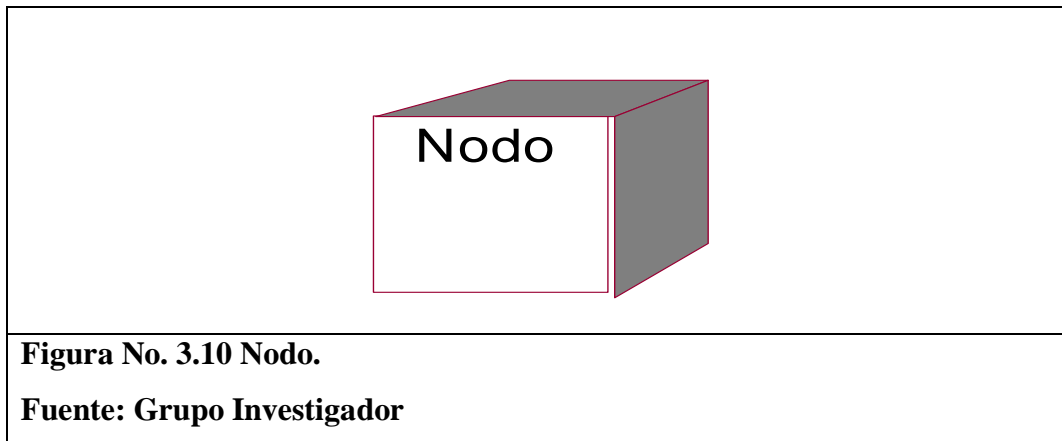


**Figura No. 3.9 Vista clásica de una arquitectura de 3 capas.**

**Fuente: Grupo Investigador**

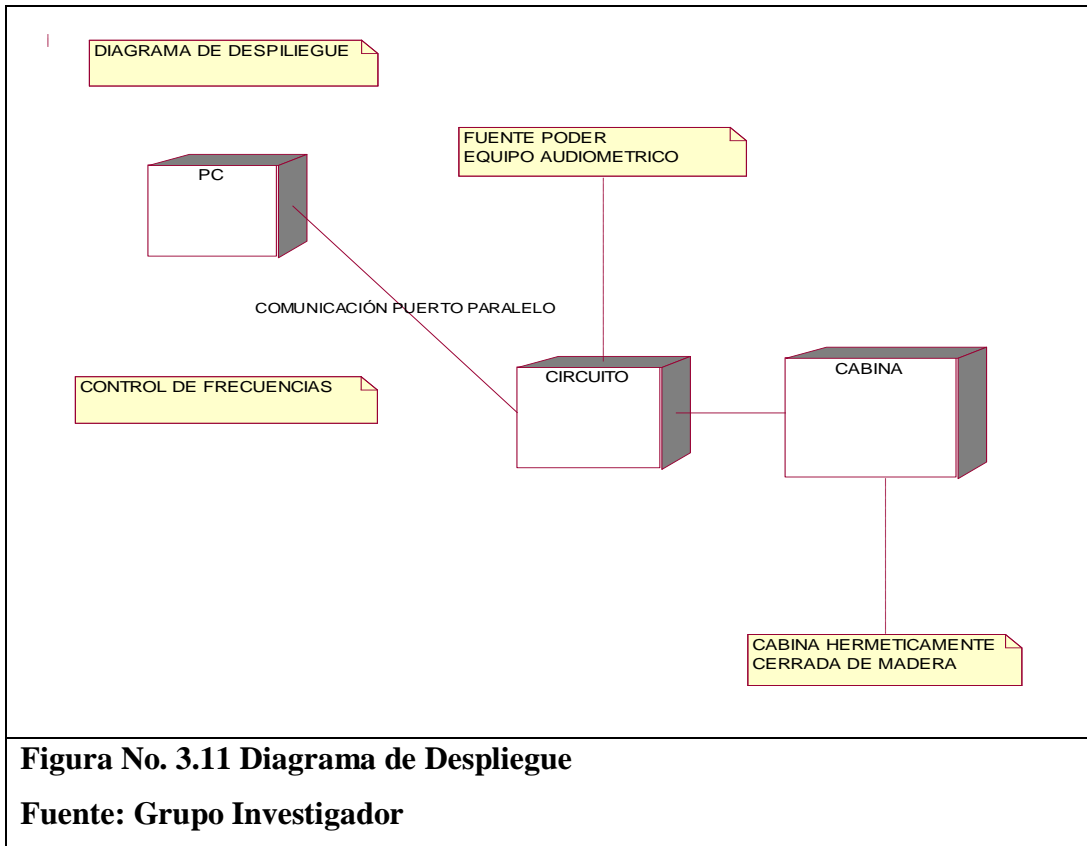
### 3.2.7. Modelo de despliegue

- Muestran la disposición física de los distintos nodos que componen un sistema y el reparto de los componentes sobre dichos nodos. Estos se interconectan mediante soportes bidireccionales (en principio) que pueden a su vez estereotiparse.



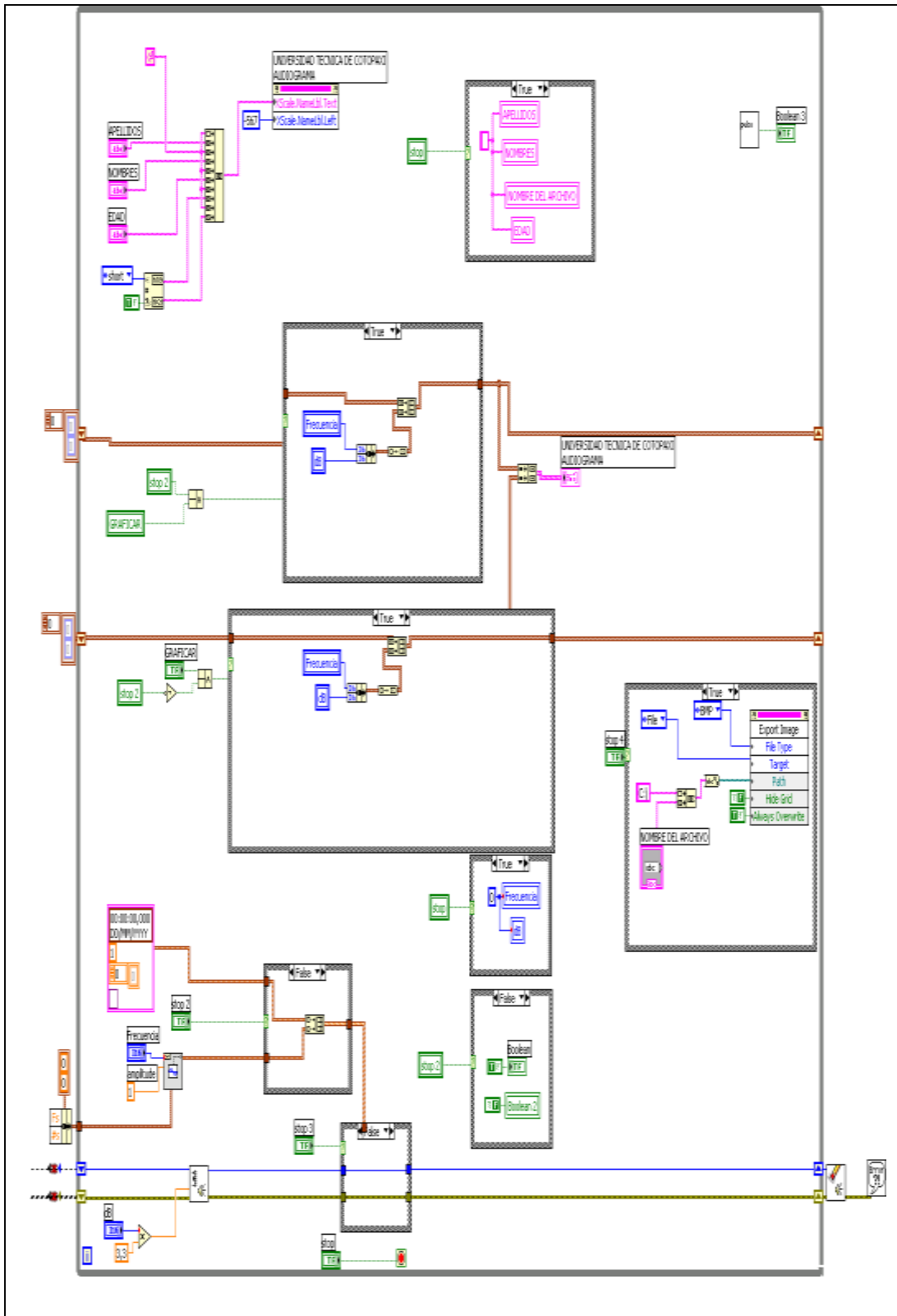
Una vez concluidos los diagramas de clases del diseño y destinados al ciclo de desarrollo actual en la aplicación, dispondremos de suficientes detalles para generar un código que utilizaremos en la capa del dominio de los objetos. Los artefactos del UML creados en la fase de diseño y los diagramas de clases del diseño, servirán de entrada en el proceso de generación del código.

Si se quiere reducir el riesgo y aumentar la probabilidad de conseguir una aplicación adecuada, el desarrollo debería basarse en un suficiente modelado del análisis y diseño antes de iniciar la codificación. A continuación se presentan el diagrama de despliegue, (ver la figura 3.5).



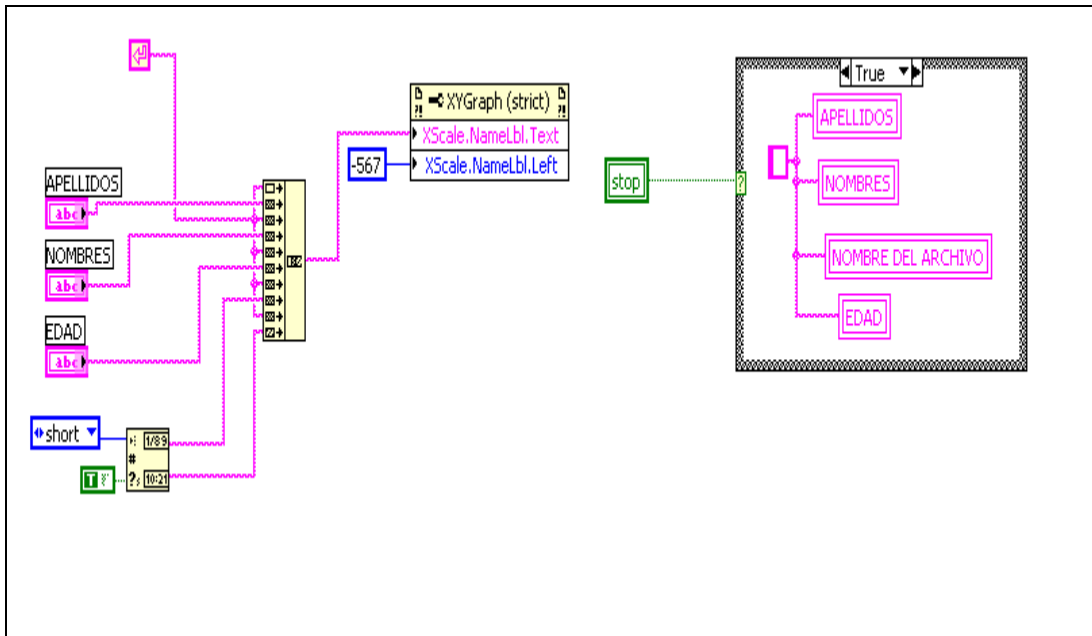
### 3.2.8 Implementación de la solución con LabVIEW

En esta sección se incluyen los mecanismos de la solución convertida en programa de la capa de objetos del dominio para el primer ciclo de desarrollo de la aplicación. La generación de código proviene principalmente de los diagramas de clases del diseño y de los diagramas de colaboración que se definieron en la fase de diseño.



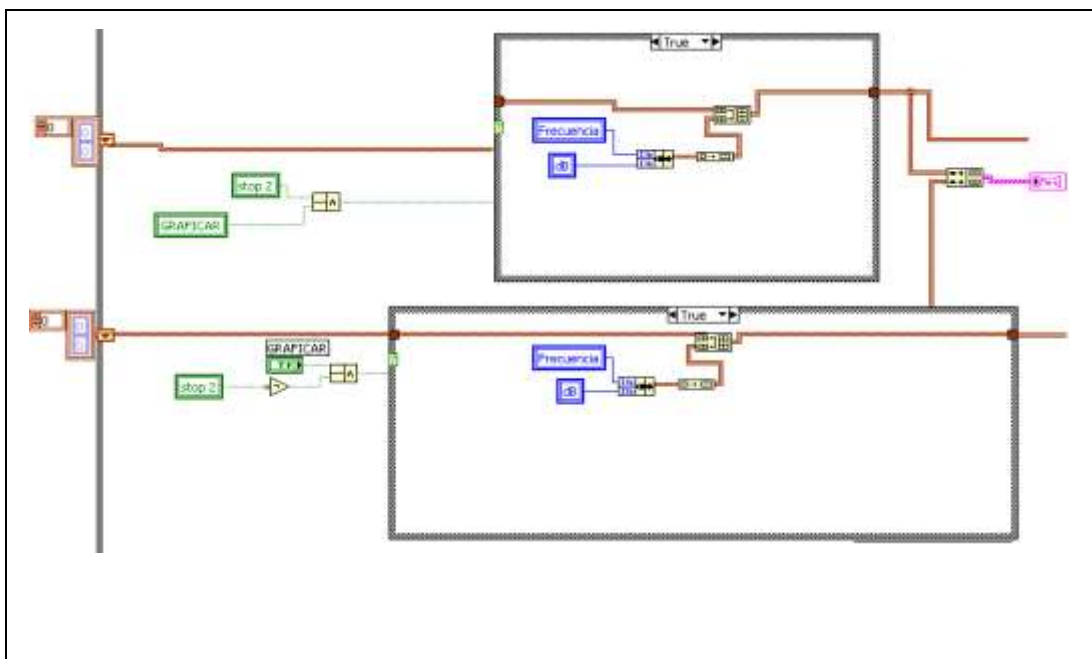
**Figura No. 3.12 Codificación del Control Audiométrico**

**Fuente: Grupo Investigador**



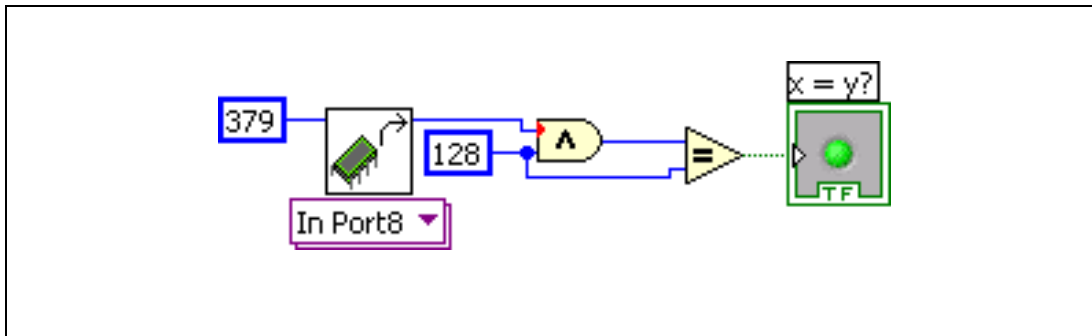
**Figura No. 3.13 Codificación del Ingreso de datos**

**Fuente: Grupo Investigador**



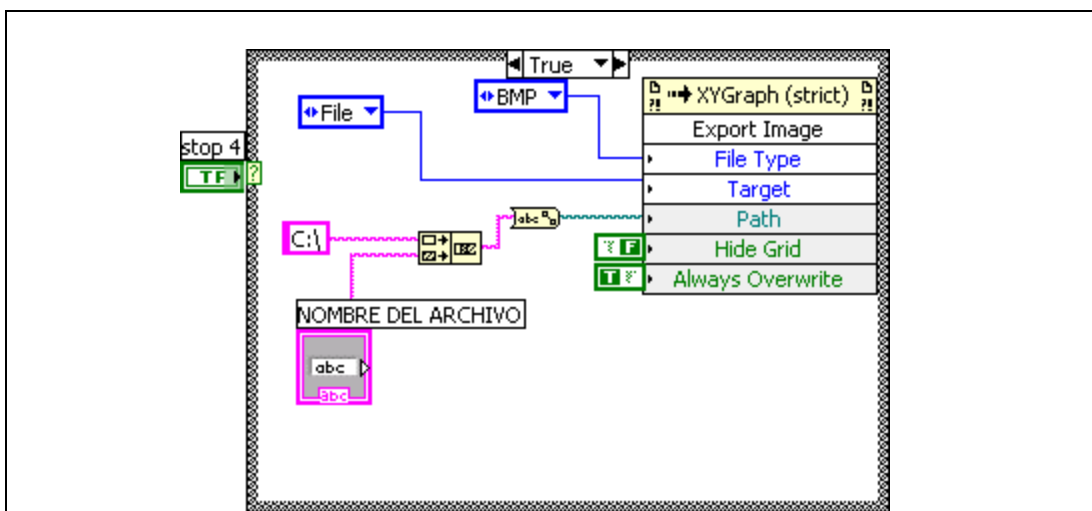
**Figura No. 3.14 Codificación del envío de señal.**

**Fuente: Grupo Investigador**



**Figura No. 3.15 Codificación del pulso**

**Fuente: Grupo Investigador**



**Figura No. 3.16 Codificación del grabado de datos**

**Fuente: Grupo Investigador**

### 3.3. Pruebas de verificación y control

#### 3.3.1 Implementación de un plan de pruebas.

Una vez desarrollado el sistema y el hardware se procederá a realizar los pasos para el funcionamiento del Sistema Audiométrico Virtual:

1. Instale correctamente todas las conexiones entre la PC y el circuito auditivo. El paciente se encontrara en una cabina herméticamente cerrada.



**Figura No. 3.17 Paso 1**

**Fuente: Grupo Investigador**

2. Ingrese al sistema los datos personales del paciente, la pantalla se visualizara de esta forma.

DATOS PERSONALES	
APELLIDOS	Hebert
NOMBRES	Atencio
EDAD	39

**Figura No. 3.18 Paso 2**

**Fuente: Grupo Investigador**



3.- El médico tendrá la opción de modificar la frecuencia y los decibeles. Para analizar la audición de su paciente.



**Figura No. 3.19 Paso 3**

**Fuente: Grupo Investigador**

4. Éste seleccionara el canal derecho o izquierdo, dependiendo del oído que desee examinar su audición y pulsara el botón activar.



**Figura No. 3.20 Paso 4**

**Fuente: Grupo Investigador**

5. Inmediatamente el paciente escuchará el sonido en su oído, y éste pulsara una señal mediante el circuito auditivo, el cual se muestra en la Fig. 3.21.



**Figura No. 3.21 Paso 5**

**Fuente: Grupo Investigador**

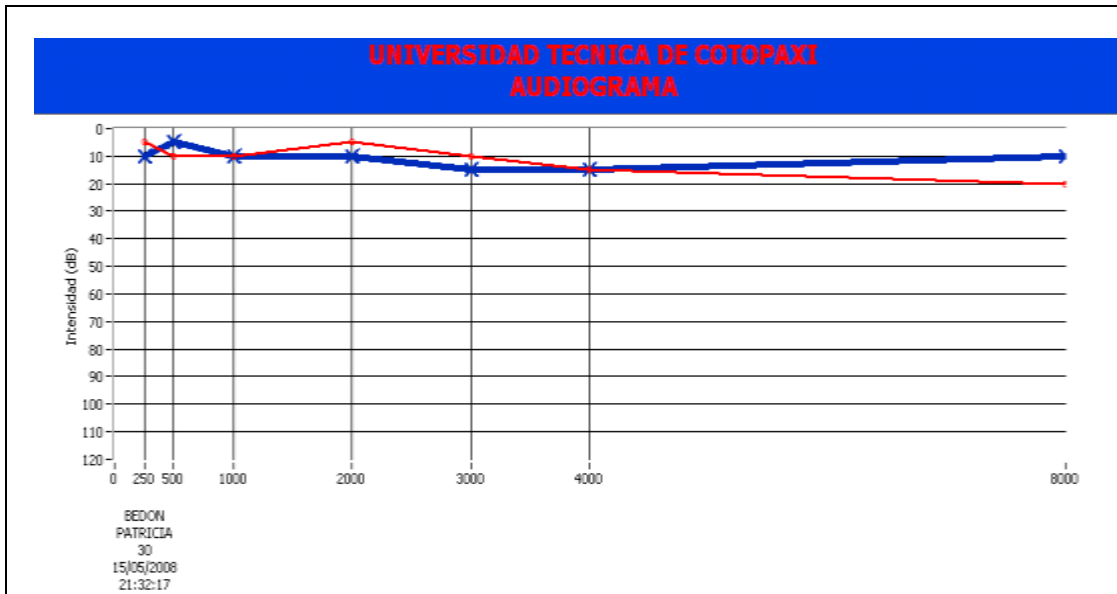
6. El médico procederá a ver si un led foco se ilumina, indicando que el paciente ha escuchado el sonido, para observar la graficación de la frecuencia se escogerá la opción graficar.



**Figura No. 3.22 Paso 6**

**Fuente: Grupo Investigador**

- 7.- Se visualizará el histograma para indicar el nivel de audición del paciente. Finalmente el usuario podrá salir del sistema presionando el botón stop.



**Figura No. 3.23 Paso 7**

**Fuente: Grupo Investigador**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- Se pone a disposición del centro médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi una cabina y equipo audiométrico para examinar el nivel auditivo de la comunidad universitaria.
- Esta propuesta obtendrá un adecuado desarrollo de la tecnología, el equipo audiométrico permitirán detectar a tiempo daños auditivos en toda la comunidad universitaria.
- El ciclo de desarrollo, facilita en toda investigación informática para establecer los requerimientos necesarios en un sistema.
- Con la implementación del equipo audiométrico se ha realizado un aporte tecnológico en el campo de la audiometría, ya que debido a sus características de fácil uso y bajo mantenimiento, puede utilizarse en nuestro medio.
- El audiómetro sirve de base para la implementación de sistemas virtuales aplicados al diagnóstico audiológico. Debido a su bajo costo y fácil mantenimiento.
- LabVIEW es un software que no tiene limitaciones, así se puede ampliar e implementar otros tipos de proyectos al sistema audiométrico desarrollado, como por ejemplo un audiómetro que mida el nivel de audición por vía ósea.

## RECOMENDACIONES

- Poner en práctica el sistema audiométrico, de control de frecuencia e intensidad auditiva, para determinar trastornos en el nivel auditivo de la comunidad universitaria.
- Si se trata de modelar un sistema informático con base de datos es útil utilizar una herramienta case.
- Este tipo de investigaciones, deben ser el punto de partida para la creación de nuevas tecnologías que permita el desarrollo y progreso de nuestro país.
- Realizar todas las conexiones correctamente del computador a los diferentes dispositivos para evitar mal funcionamiento y utilizar adecuadamente el manual de usuario para realizar las audiometrías.
- Se recomienda ampliar las opciones de evaluación audiológica a audiometría por vía ósea, ya que en caso de hipoacusia por conducción es imprescindible contar con ésta prueba. Por eso es necesario desarrollar un vibrador óseo que permita conducir las señales en frecuencia e intensidad.
- Para modelar un sistema informático, es aconsejable utilizar el ciclo de desarrollo de UML.

## **Bibliografía**

### **Bibliografía Básica**

- C. TRIBALDOS. Sonido Profesional. Paraninfo. 1999.
- CHACÓN Rugeles, Rafael (2002): La instrumentación virtual en la enseñanza de la ingeniería electrónica, en Acción pedagógica, vol. II, no.1/2002.
- ERTUGRUL, n. (2000). Towards Virtual Laboratorios: a Survey of LabVIEW-based Teaching/Learning Tools and Future Trens. (Special Issue: LabVIEW Applications in Engineering Education). International Journal of Engineering Education.
- GONZALES Castro, V. (1990). Teoría y práctica de los medios de enseñanza. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- SCHAR, S G, y KRUEGER, H (2000): Using New Learning Technologies with Multimedia. IEEE.
- UDO Zölzer. Digital Audio Effects DAFX. Wiley. 2002.

### **Bibliografía Citada**

- GABRIUNAS V. Apuntes de Electrónica. Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”. 1999
- RONCANCIO H., VELASCO. H. Una Introducción a LabVIEW. Semana de Ingenio y Diseño. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". 2000.

## **Bibliografía Consultada**

- FREEDMAN R, ZEMANSKY M, SEARS F, YOUNG H. Física Universitaria, Volumen I, Undécima Edición, Editorial Pearson, México 2005.
- GABRIUNAS V. Apuntes de Electrónica. Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”. 1999.
- HERNANDEZ R, FERANDEZ C, BAPTISTA P. Metodología de la Investigación, III Edición, Editorial McGraw Hill 2003.
- KREIMERMAN, Norma, (1998), Métodos de Investigación para tesis y trabajos semestrales, Editorial Trillas.
- RONCANCIO H., VELASCO. H. Una Introducción a LabVIEW. Semana de Ingenio y Diseño. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". 2000.
- ULLOA Enríquez, Francisco, Investigación 2000.

## **Bibliografía Virtual**

- De Escuela de Medicina:  
<http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/ApuntesOtorrino/Audiometria.html>, 19-Jun-2007, Pag. 20.
- De Fundación Canaria:  
<http://www.audio.com/fcps/audiom.htm>, 19-Jun-2007, Pag. 14  
<http://www.pediatraldia.cl/AUDIOME.htm>, 19- Jun-2007.
- Según Nacional Instruments:  
[https://sine.ni.com/apps/utf8/niup.ni?ap=GBACADEMICLV6HR&lang=ESA&p\\_8=Y&tmp1=&tmp2=&tmp3=ESA](https://sine.ni.com/apps/utf8/niup.ni?ap=GBACADEMICLV6HR&lang=ESA&p_8=Y&tmp1=&tmp2=&tmp3=ESA), LabVIEW.htm, 10-May-2007, Pág.2,3

- De Nacional Instruments, LabVIEW:  
<http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/6224EE1564F4688786256ED60057896A>, 10-Mar-2007
  
- De Planeta Visual:  
<http://www.planetavisual.net/sc/info/medicos/audiometría.htm>,  
11 Septiembre 2007, Pag. 21.
  
- De Wikipedia, LabView:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>, 10-Agost-2007.



## ANEXOS

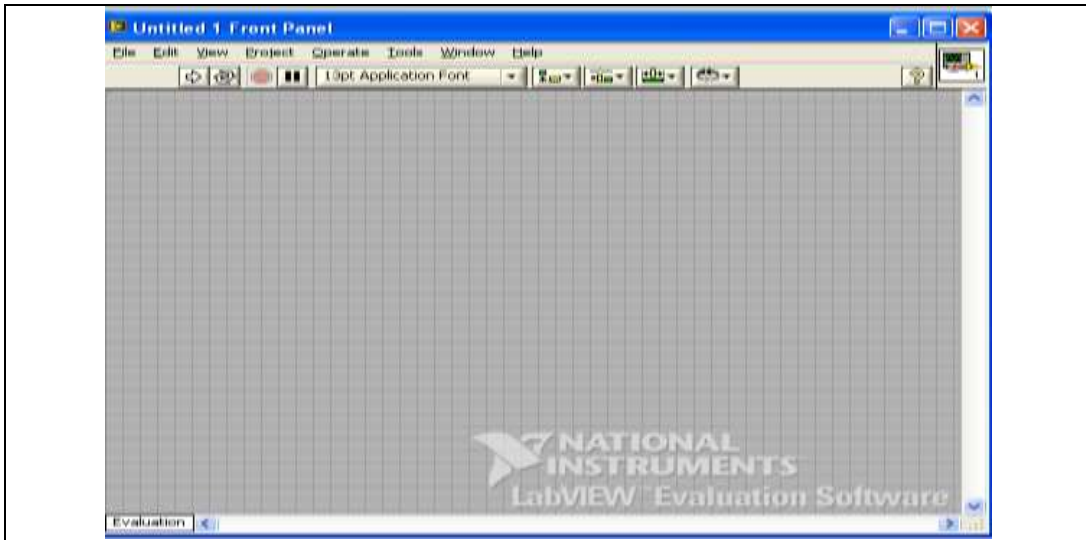


Figura. 1.1. Interfaz de LabVIEW

Fuente: Nacional Instruments, LabVIEW

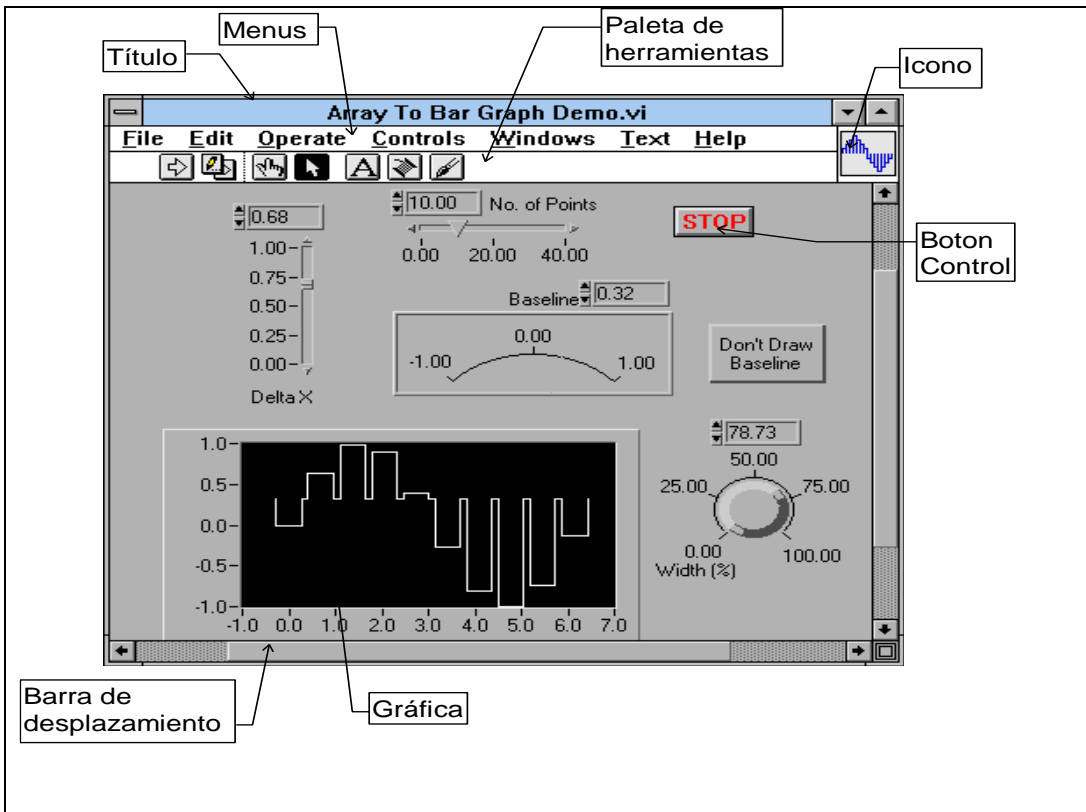
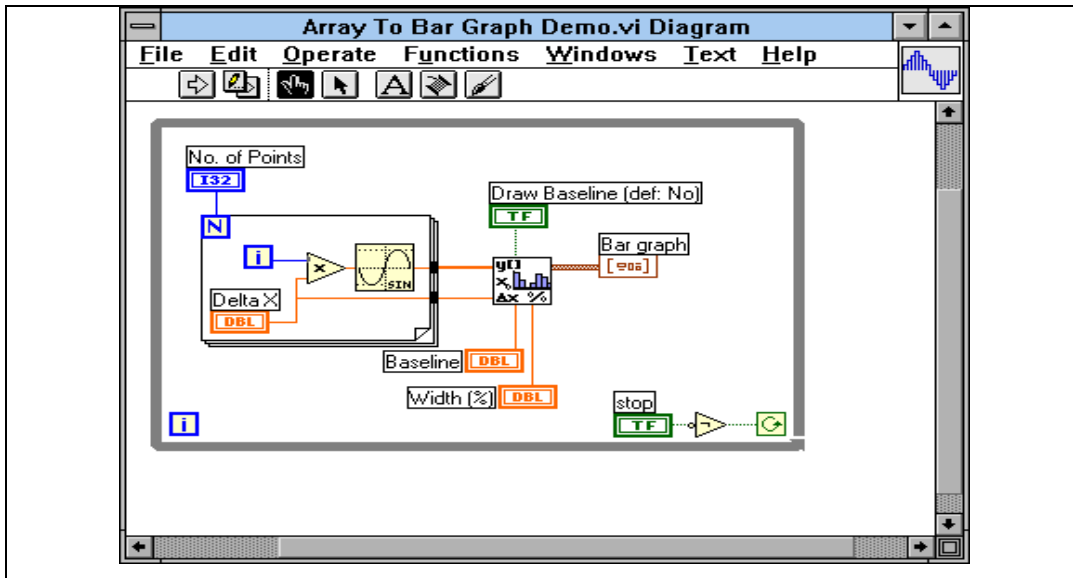


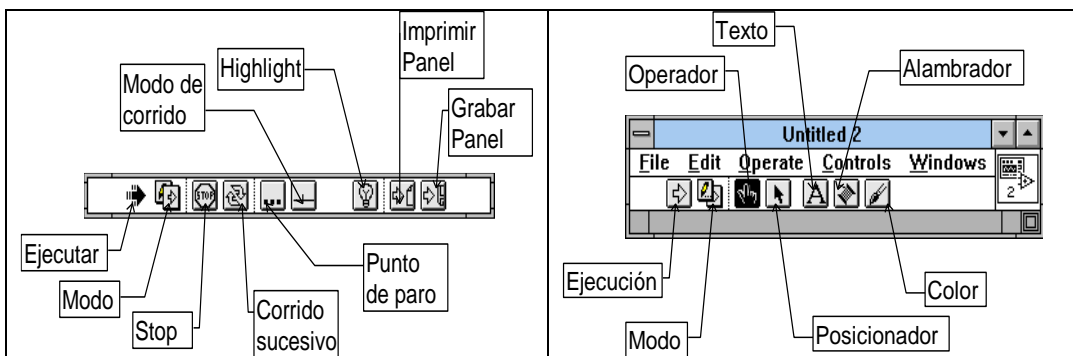
Figura. 1.2 Panel Frontal.

Fuente: National Instruments, LabVIEW.



**Figura. 1.3 Diagrama de Bloques.**

**Fuente: National Instruments, LabVIEW.**



**Modo de ejecución**

**Figura. 1.4 Diagrama de Bloques.**

**Fuente: National Instruments, LabVIEW.**

**Modo de edición**

**Figura. 1.5 Diagrama de Bloques.**

**Fuente: National Instruments, LabVIEW.**

Operate	
Run	Ctrl+R
Stop	Ctrl+.
Change to Run Mode	Ctrl+M
Make Current Values Default	
Reinitialize All To Default	

**Figura. 1.6 Diagrama de Bloques.**

**Fuente: National Instruments, LabVIEW.**

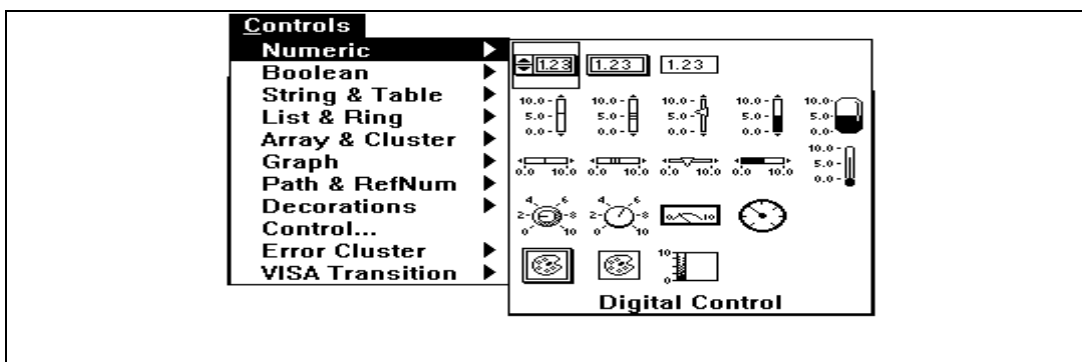


Figura. 1.7 Controles Numéricos

Fuente: National Instruments, LabVIEW

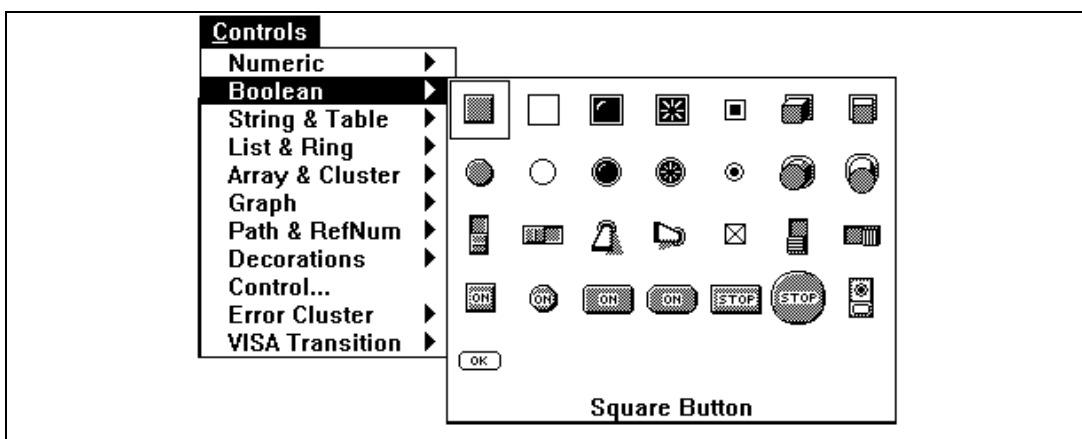


Figura. 1.8 Controles Boolean

Fuente: National Instruments, LabVIEW

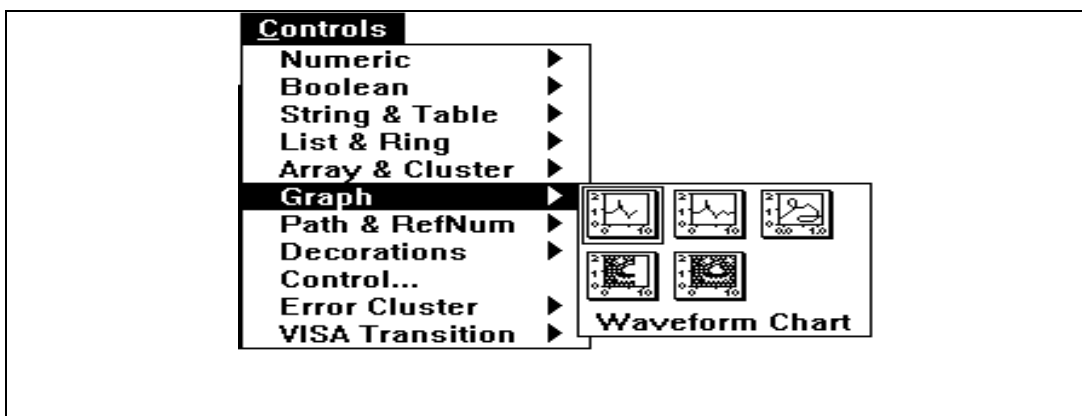
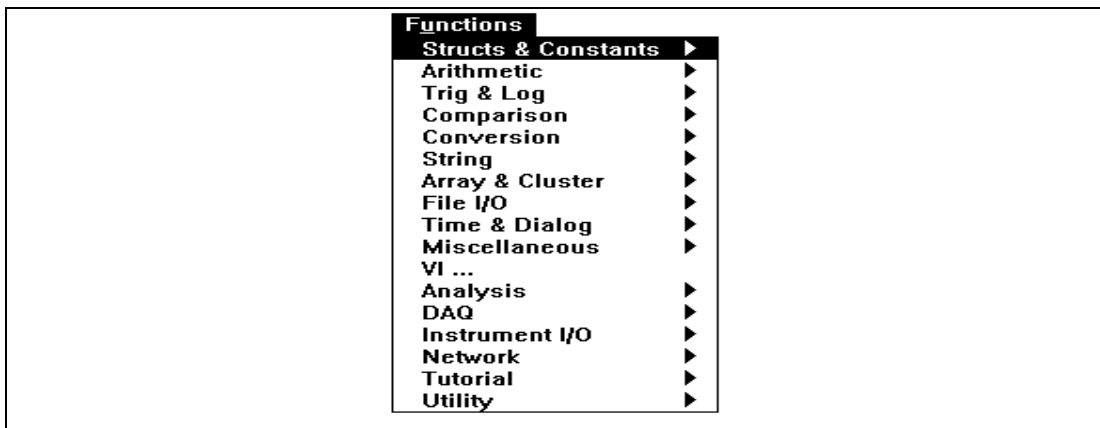


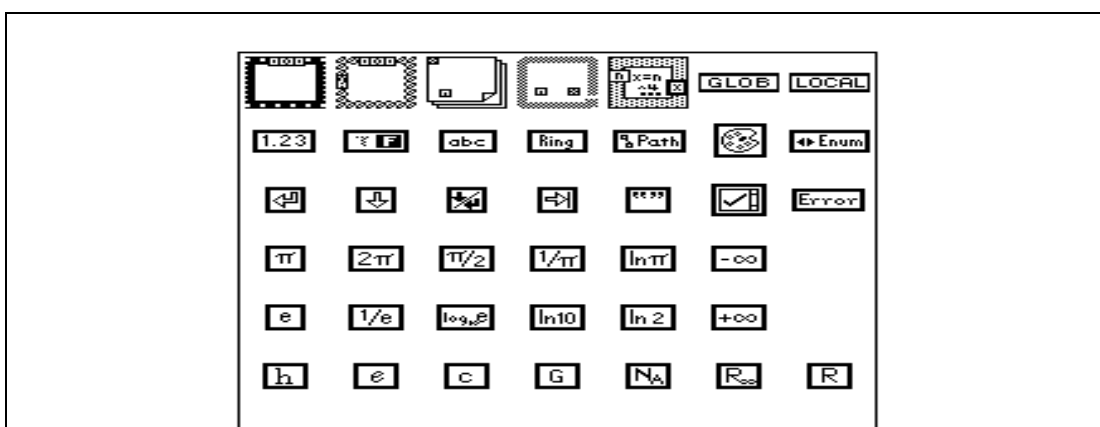
Figura. 1.9 Controles Gráficos

Fuente: National Instruments, LabVIEW



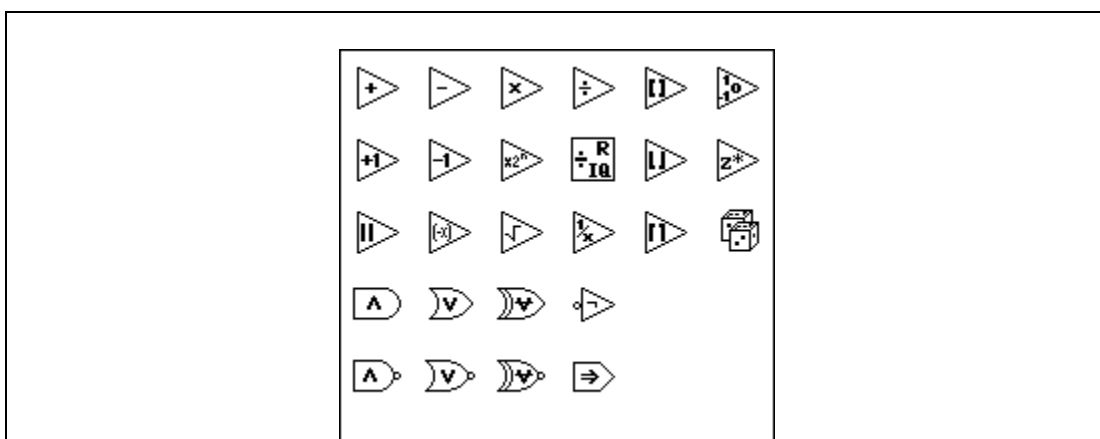
**Figura. 1.10** Menú de Funciones

Fuente: National Instruments, LabVIEW



**Figura. 1.11** Structs&Constants

Fuente: National Instruments, LabVIEW



**Figura. 1.12** Arithmetic

Fuente: National Instruments, LabVIEW

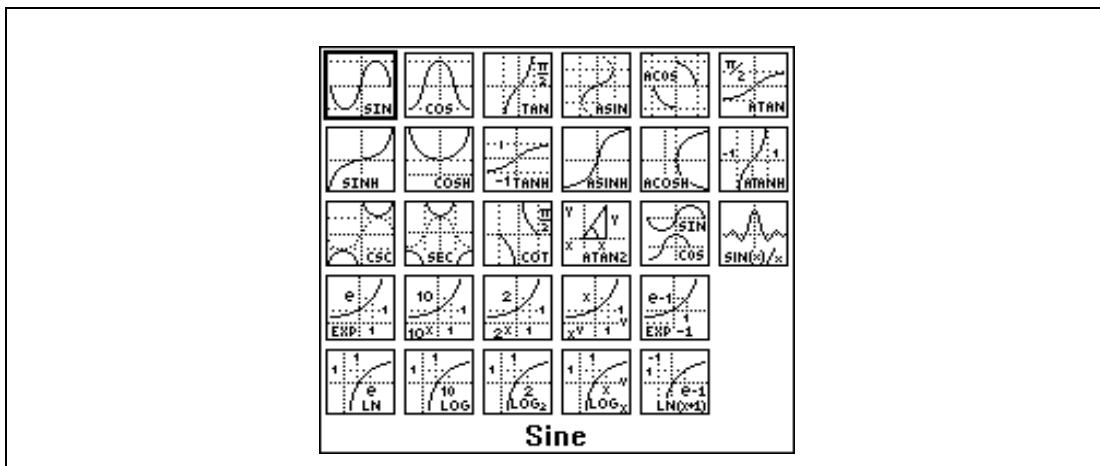


Figura. 1.13 Trig & Log

Fuente: National Instruments, LabVIEW

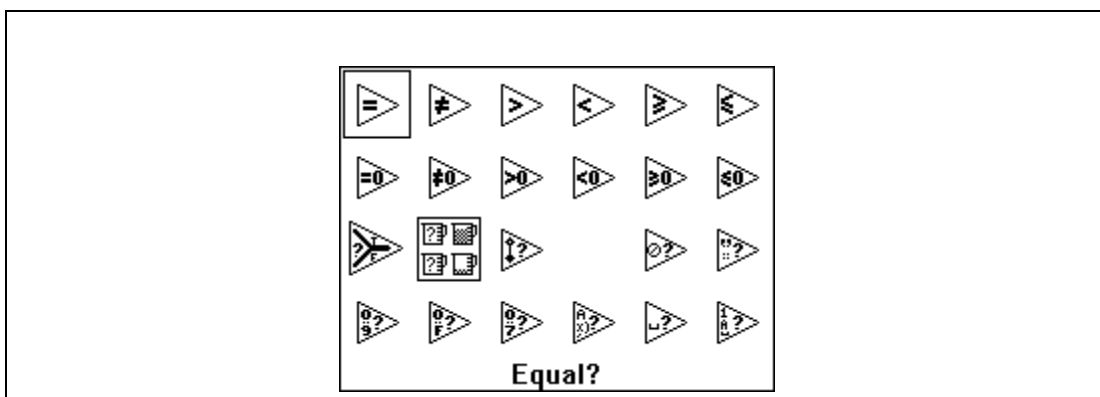


Figura. 1.14 Comparación

Fuente: National Instruments, LabVIEW

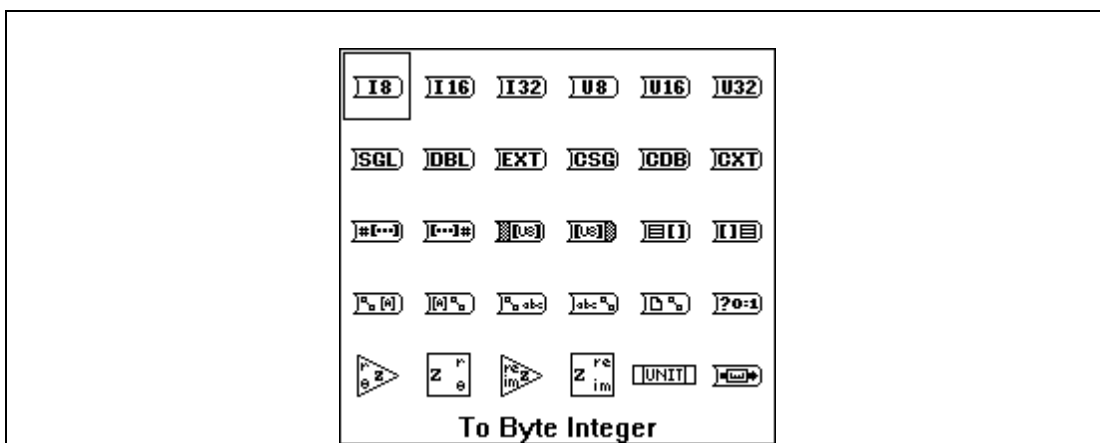


Figura. 1.15 Conversiones

Fuente: National Instruments, LabVIEW

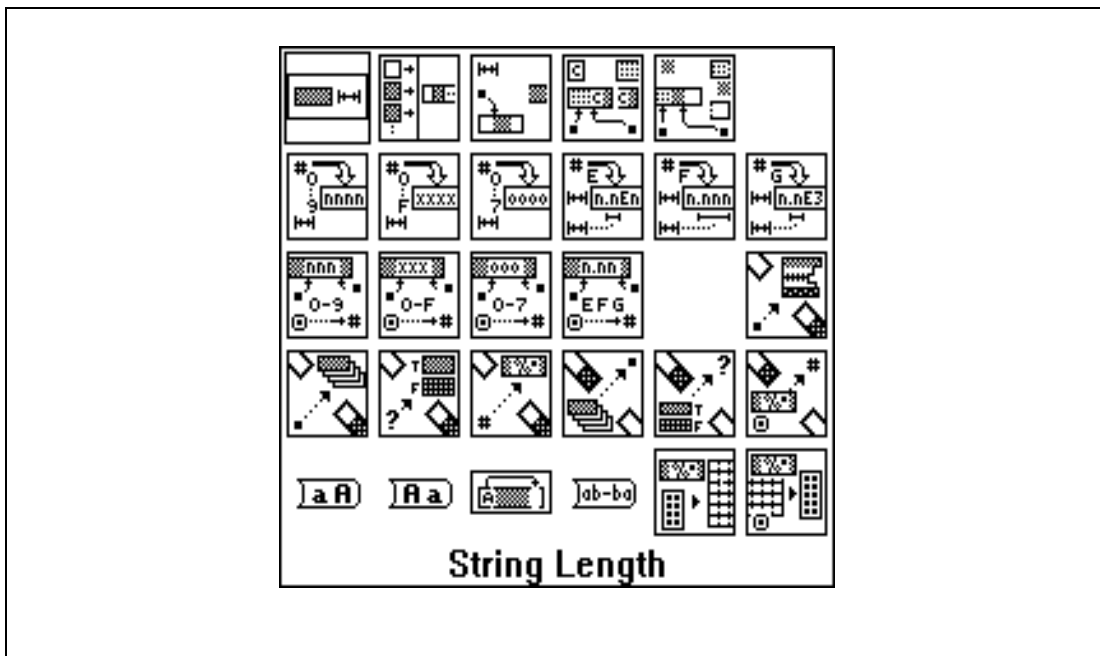


Figura. 1.16 String

Fuente: National Instruments, LabVIEW

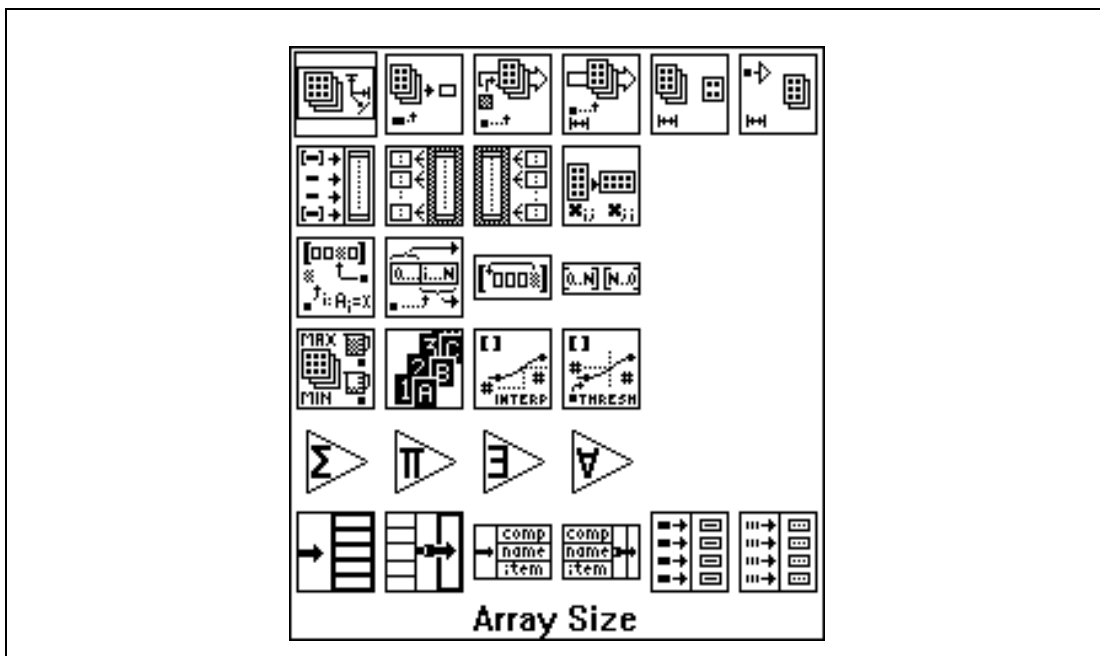
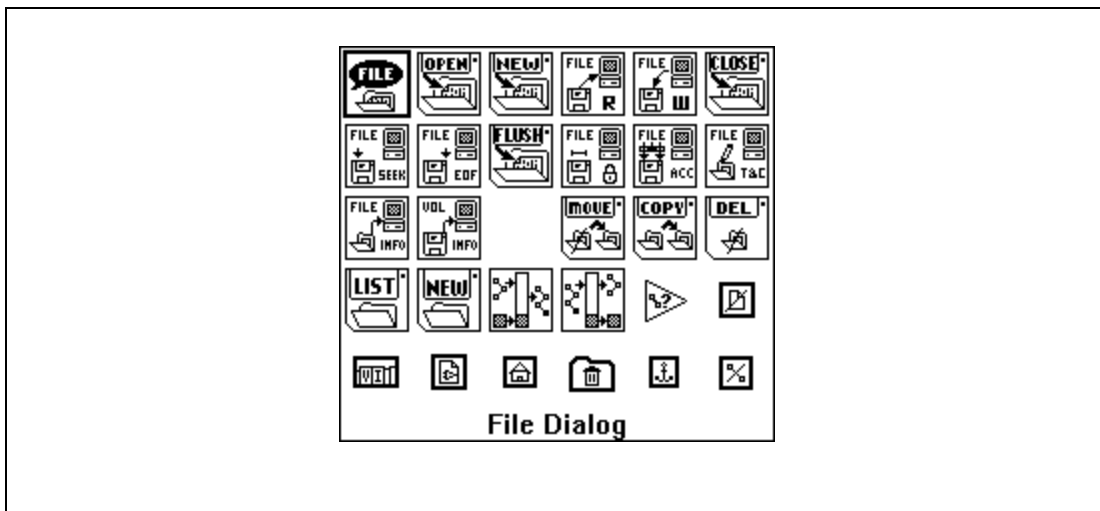
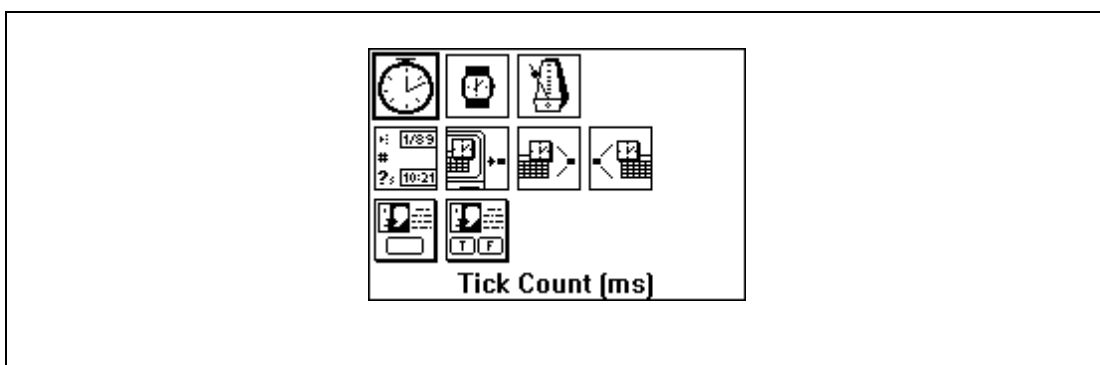


Figura. 1.17 Array & Clúster

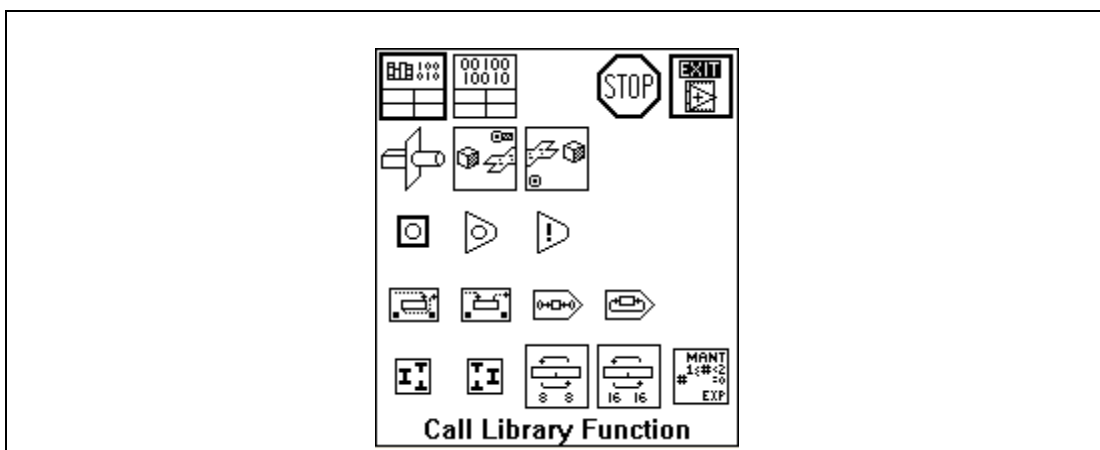
Fuente: National Instruments, LabVIEW



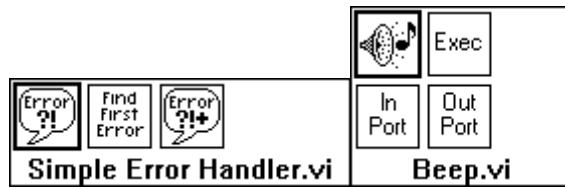
**Figura. 1.18 File I/O**  
**Fuente: National Instruments, LabVIEW**



**Figura. 1.19 Time Dialog**  
**Fuente: National Instruments, LabVIEW**

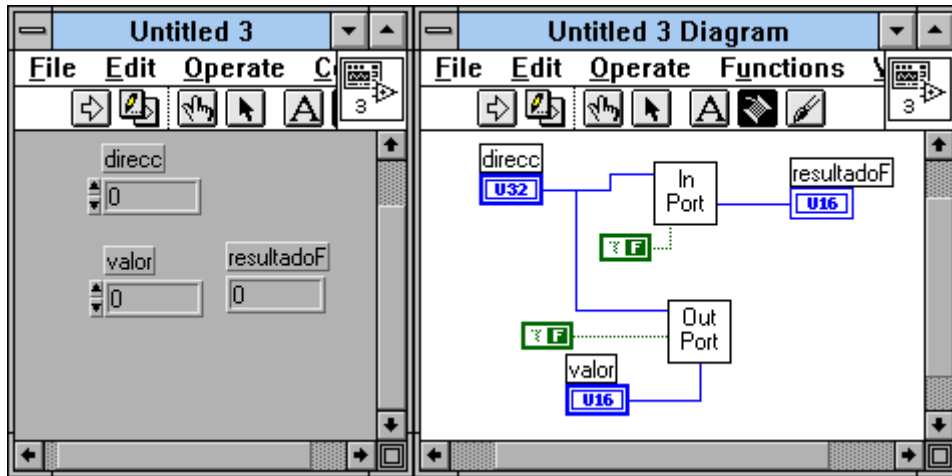


**Figura. 1.20 Miscellaneous**  
**Fuente: National Instruments, LabVIEW**



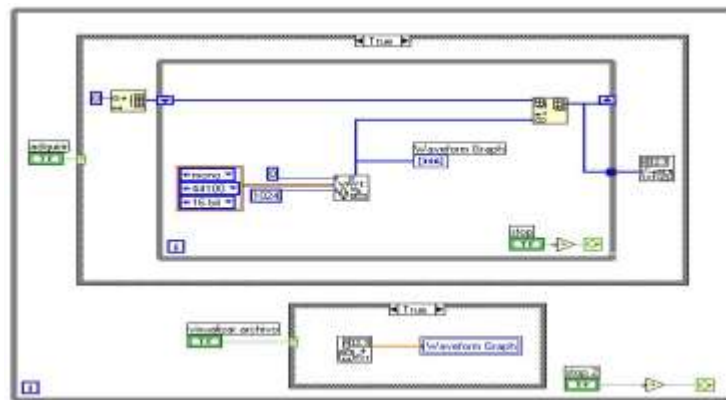
**Figura. 1.21 Utility**

**Fuente: National Instruments, LabVIEW**



**Figura. 1.22 Inport, Outport**

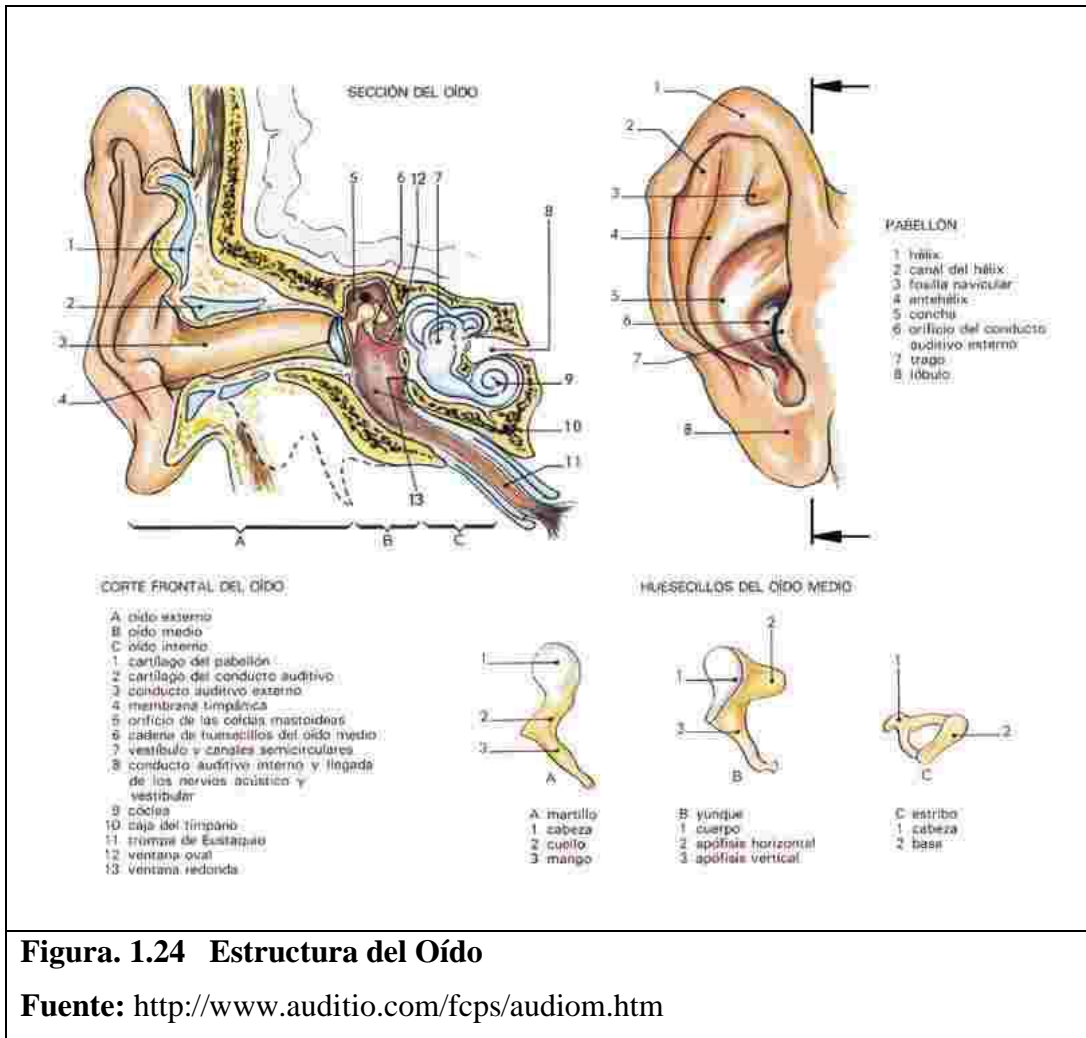
**Fuente: National Instruments, LabVIEW**



**Figura. 1.23 Tarjeta de Sonido**

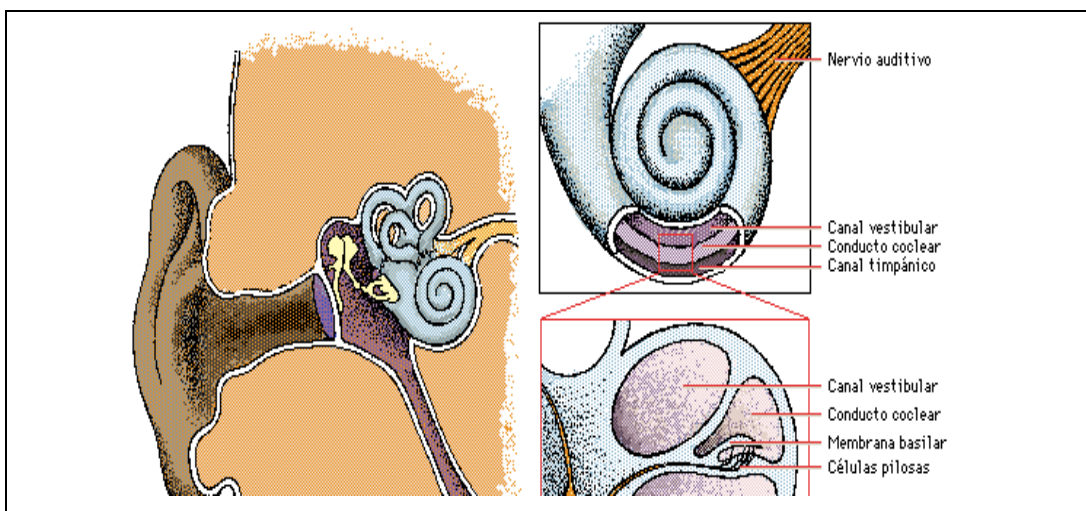
**Fuente: National Instruments, LabVIEW**





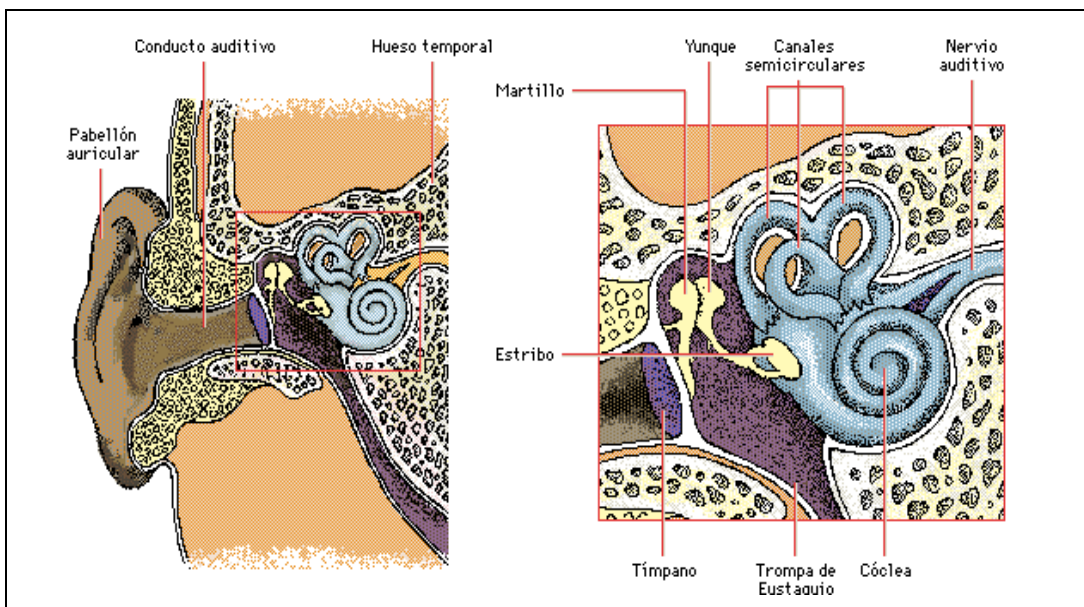
**Figura. 1.24 Estructura del Oído**

**Fuente:** <http://www.auditio.com/fcps/audiom.htm>



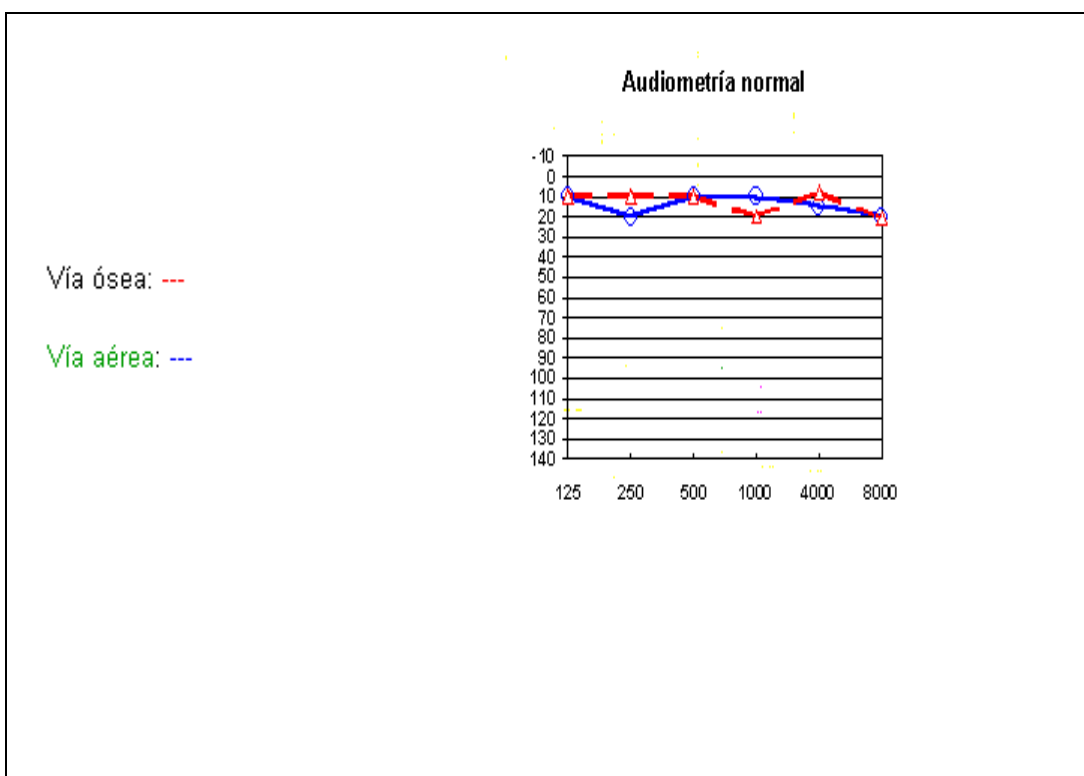
**Figura. 1.25 Estructura del Oído Externa**

**Fuente:** Según la pagina, <http://www.auditio.com/fcps/audiom.htm>.



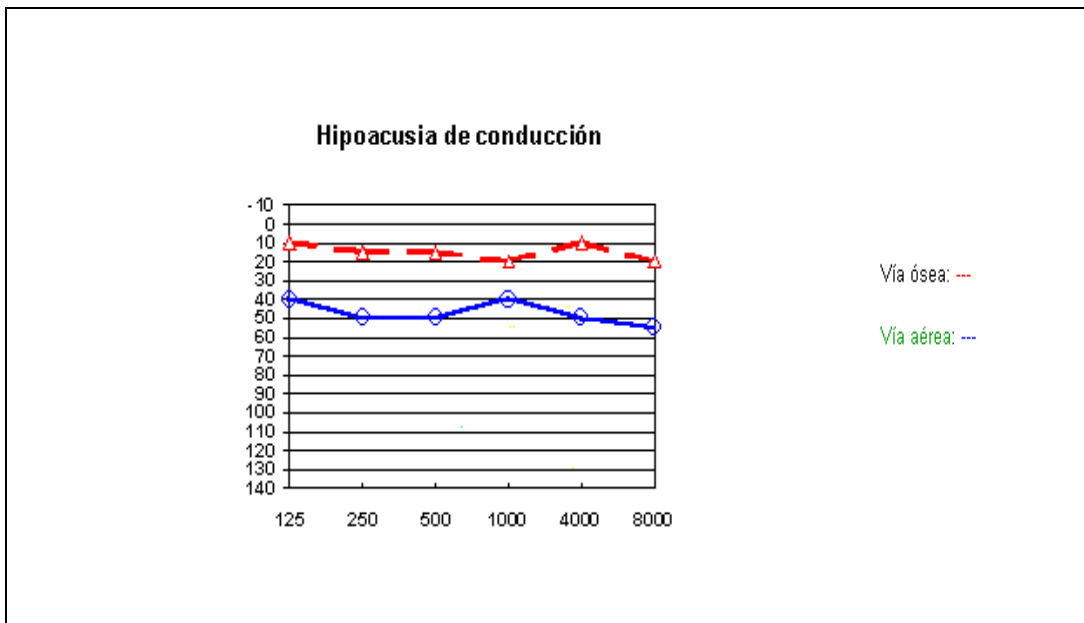
**Figura. 1.26 Estructura Oído Interno**

**Fuente:** Según la pagina, <http://www.auditio.com/fcps/audiom.htm>



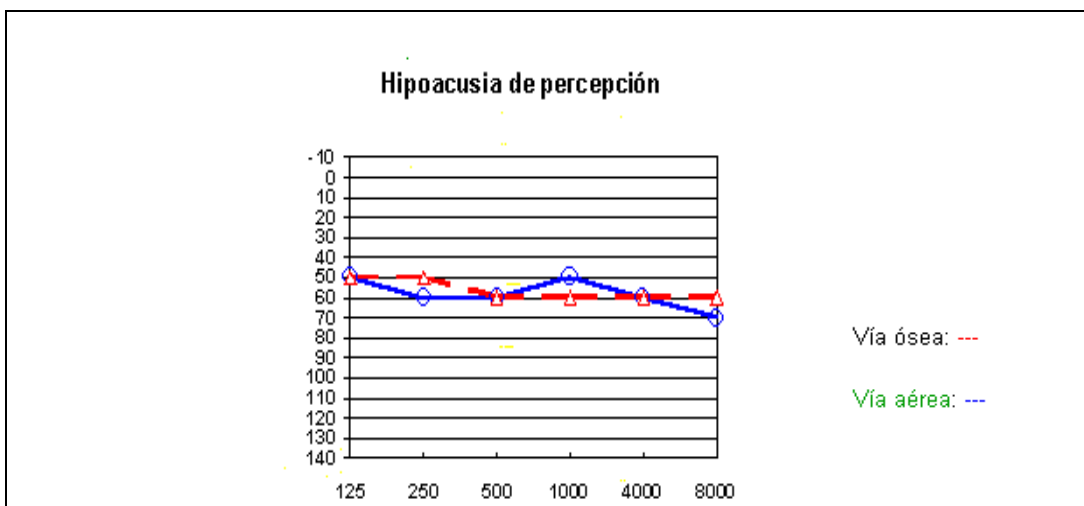
**Figura. 1.27 Audiometría Normal**

**Fuente:** Según la pagina, <http://www.auditio.com/fcps/audiom.htm>



**Figura. 1.28 Hipoacusia de conducción**

**Fuente:** Según la pagina, <http://www.auditio.com/fcps/audiom.htm>



**Figura. 1.29 Hipoacusia de percepción**

**Fuente:** Según la pagina, <http://www.auditio.com/fcps/audiom.htm>



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### CARRERA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

---

---

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS SEÑORES ALUMNOS DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

PROVINCIA:.....CIUDAD:.....

PARROQUIA: ..... INSTITUCIÓN: .....

EDAD: ..... GRADO Y PARALELO: .....

FECHA:.....ESPECIALIDAD:.....

#### OBJETIVOS:

- Determinar la factibilidad de la implementación de un Equipo Audiométrico en el Centro médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Determinar la frecuencia de chequeos médicos auditivos de la comunidad Universitaria.

#### INSTRUCCIONES:

- Lea detenidamente cada una de las preguntas planteadas así como las alternativas, para que de acuerdo a su conocimiento nos dé un aporte para el desarrollo del presente proyecto.
- La encuesta es individual y anónima cuyos resultados contribuirán y permitirán al desarrollo de Centro médico de la UTC.
- Marque con una (x) en el paréntesis, en la respuesta que usted estima es la más conveniente.

1.- ¿Ha tenido usted dificultad para oír alguna vez?

Si ( )                      No ( )

- 2.- ¿Ha sentido usted la necesidad de sentarse adelante para escuchar mejor las clases?  
Si ( ) No ( )
- 3.- ¿Ha sufrido usted dolor de oídos o mareos alguna vez?  
Si ( ) No ( )
- 4.- ¿se distrae con facilidad en clases?  
Si ( ) No ( )
- 5.- ¿Le molestan los ruidos fuertes?  
Si ( ) No ( )
- 6.- ¿Sabe usted que es una audiometría?  
Si ( ) No ( )
- 7.- ¿Se ha realizado alguna vez un examen audiométrico?  
Si ( ) No ( )
- 8.- ¿Sabía usted que el bajo rendimiento académico puede deberse a problemas de Audición?  
Si ( ) No ( )
- 9.- ¿Desearía usted que se le realice un examen audiométrico como parte de los exámenes preventivos que se realizan en la Universidad Técnica de Cotopaxi?  
Si ( ) No ( )
- 10.- ¿Cree usted que es importante que la Universidad Técnica de Cotopaxi cuente con un equipo audiométrico en su departamento médico?  
Si ( ) No ( )

**GRACIAS POR SU APOYO.**

**Formulario 1.1.** Encuesta

**Fuente:** Equipo Investigador