



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE INFORMÁTICA
CARRERA INGENIERÍA EN SISTEMAS
PROYECTO DE TESIS

TITULO:

“Construcción de un Control de Ruido para mantener los decibels adecuados en las salas de consulta de la Biblioteca General de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo”

Autor:

BENITO MEDARDO REVELO ARAUJO

DIRECTOR

Ing. Ariosto Vicuña Pino. Msc

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

2014

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Benito Medardo Revelo Araujo, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento “CONSTRUCCIÓN DE UN CONTROL DE RUIDO PARA MANTENER LOS DECIBLES ADECUADOS EN LAS SALAS DE CONSULTA DE LA BIBLIOTECA GENERAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO”

.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Benito Medardo Revelo Araujo

C.I. 120442376-6

CERTIFICACIÓN

Ing. ARIOSTO VICUÑA PINO MSc. Director del Trabajo de Investigación:

CERTIFICO: Que el egresado Benito Medardo Revelo Araujo, realizó el trabajo de investigación titulado “CONSTRUCCIÓN DE UN CONTROL DE RUIDO PARA MANTENER LOS DECIBLES ADECUADOS EN LAS SALAS DE CONSULTA DE LA BIBLIOTECA GENERAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO”, Bajo mi dirección habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. ARIOSTO VICUÑA PINO MSc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN DE REDACCIÓN

Yo, Lic. Marjorie Torres Bolaños con CC N°. 0701827560, Docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifico que he revisado la Tesis de grado del egresado BENITO MEDARDO REVELO ARAUJO, No. Cédula 1204423766 previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas, titulada “CONSTRUCCIÓN DE UN CONTROL DE RUIDO PARA MANTENER LOS DECIBLES ADECUADOS EN LAS SALAS DE CONSULTA DE LA BIBLIOTECA GENERAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO”, habiendo cumplido con la redacción y corrección ortográfica que se ha indicado.

Lic. MARJORI TORRES BOLAÑOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

TRIBUNAL DE TESIS

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas.

Aprobado:

PHD. AMILKAR PURIS

ING. ANDREA ZUÑIGA

ING. WASHINGTON CHIRIBOGA

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2014

AGRADECIMIENTO

Los resultados de este trabajo de investigación, es el esfuerzo de todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. Por esto agradezco a mi Tutor Ing. MSc. Ariosto Vicuña Pino, al Ing. José Luis Villarroel, quienes a lo largo de este tiempo me han brindado su apoyo incondicional y de manera desinteresada para culminar con el desarrollo del mismo; a Dios por permitirme seguir adelante cada día, a mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades, capacidades e inteligencia.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza; y finalmente, un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad, la cual abrió y abre sus puertas a jóvenes como yo, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

DEDICATORIA

Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento, dedicarles mi humilde obra de Trabajo de Grado en primera instancia a Dios quien me dio la fortaleza, fe, salud y esperanza para alcanzar este anhelo, siempre estuvo a mi lado y me doto de grandes dones y talentos que hoy puedo utilizar en mi vida; luego a mis padres, quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos.

De igual manera a mi Director de Tesis Ing. MSc. Ariosto Vicuña Pino, quien me ha orientado en todo momento en la realización de este trabajo y cuyas aportaciones han ayudado a convertirme en una gran persona y profesional competente.

A los docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación como estudiante universitaria.

Índice

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO I | 1 |
| MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1. Introducción..... | 2 |
| 1.1. Situación actual de la problemática..... | 3 |
| 1.1.1. Análisis del problema..... | 3 |
| 1.1.2. Formulación | 4 |
| 1.1.3. Sistematización..... | 4 |
| 1.2. Justificación | 5 |
| 1.3. Objetivos | 6 |
| 1.3.1. Objetivo General | 6 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos | 6 |
| 1.5. Hipótesis | 7 |
| 1.5.1. Planteamiento | 7 |
| 1.5.2. Matriz de Operacionalización | 7 |
| CAPÍTULO II | 8 |
| MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN | 8 |
| 2.2. Fundamentación teórica | 9 |
| 2.2.1. Bibliotecas | 9 |
| 2.2.2. Las ondas sonoras | 12 |
| 2.2.2.1. Parámetros acústicos que caracterizan una onda sonora | 12 |
| 2.2.3. Comodidad acústica | 13 |
| 2.2.4. Efectos del ruido..... | 14 |
| 2.2.4.1. Malestar..... | 15 |
| 2.2.4.2. Interferencia con la comunicación..... | 15 |
| 2.2.4.3. Perdida de atención, de concentración y de rendimiento. ... | 16 |
| 2.2.4.4. Daños al oído..... | 16 |
| 2.2.4.5. El estrés, sus manifestaciones y consecuencias..... | 17 |
| 2.2.4.6. La habituación al ruido. | 17 |
| 2.2.5. Niveles de ruido admisibles según actividad..... | 18 |
| 2.2.6. Niveles máximos permisibles de ruido..... | 20 |
| 2.2.7. Tiempo de reverberación en locales convencionales | 21 |
| 2.2.8. Generación de ruido por actividades de las personas..... | 22 |
| 2.2.8.1. Pisadas..... | 22 |
| 2.2.8.2. Conversación..... | 22 |
| 2.2.8.3. Equipos de reproducción sonora | 22 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.8.4. Instrumentos musicales | 22 |
| 2.2.8.5. Otros ruidos domésticos | 23 |
| 2.2.9.1. Instrumentos de medida | 23 |
| 2.2.9.2. Métodos de medida | 26 |
| 2.2.9.2.1. El método de control | 26 |
| 2.2.9.2.2. El método de ingeniería | 27 |
| 2.2.9.2.3. El método de precisión | 27 |
| 2.2.9.3. Técnicas de control de ruido..... | 27 |
| 2.2.9.3.1. Identificación de la fuente de ruido..... | 28 |
| 4.1. Software WINPIC 800 | 28 |
| 4.2. Pantalla del WinPic 800..... | 29 |
| 4.2.1. Instalación del Software WinPic 800 | 30 |
| 4.2.2. Configurar el GTP Plus USB | 32 |
| 4.2.3. Seleccionar dispositivo | 32 |
| 4.2.4. Configuración..... | 34 |
| 4.2.4.1. Oscilador | 34 |
| 4.2.4.2. Bits de configuración | 35 |
| 4.2.5. Cargar el archivo .hex al programador. | 36 |
| 4.2.5.1. Cargado el archivo .hex..... | 36 |
| 4.2.6. Funciones principales del WinPic800 | 37 |
| 4.2.6.1. Sustitución del PIC | 38 |
| 4.2.6.2. Test Hardware | 39 |
| 4.2.6.3. Detectar dispositivo..... | 39 |
| 4.2.6.4. Programar el PIC..... | 39 |
| 4.2.6.5. Error | 40 |
| 2.3. Marco referencial..... | 43 |
| CAPÍTULO III..... | 44 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 44 |
| 3.1. Métodos y técnicas utilizados en la investigación | 45 |
| 3.1.1. Método Inductivo | 45 |
| 3.2. Tipos de investigación..... | 45 |
| 3.3. Técnicas de investigación | 46 |
| 3.4. Diseño experimental | 46 |
| 3.5. Población y muestra | 47 |
| CAPÍTULO IV..... | 48 |
| IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE RUIDO..... | 48 |
| 4.2.7. Diagrama de bloques del circuito control de ruido..... | 49 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO V..... | 58 |
| ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS | 58 |
| 5. Metodología de comprobación de hipótesis..... | 59 |
| 5.1. Método de comprobación de hipótesis..... | 59 |
| 5.2. Resultado de comprobación de hipótesis | 62 |
| 5.2.1. Variable independiente..... | 62 |
| 5.2.1.1. Dimensión niveles de ruido | 62 |
| 5.2.2. Variable dependiente..... | 63 |
| 5.2.2.1. Medición previa al uso del sistema de control de ruido..... | 63 |
| 5.2.3. Medición posterior: uso del sistema de control de ruido..... | 64 |
| 5.3. Análisis de resultados | 65 |
| 5.3.1. Comprobación de la hipótesis..... | 65 |
| 5.4. Conclusiones..... | 67 |
| 5.5. Recomendaciones..... | 68 |
| 5.6. Cronograma | 69 |
| CAPÍTULO VI..... | 70 |
| LITERATURA CITADA | 70 |
| 6. Bibliografía..... | 71 |
| CAPÍTULO VII..... | 76 |
| 6.1. ANEXOS | 76 |
| 6.1.2. Biblioteca General UTEQ | 80 |
| 6.1.3. Sala 1 Biblioteca General UTEQ..... | 80 |
| 6.1.4. Sala 1 Biblioteca General UTEQ..... | 81 |

ÍNDICE DE FIGURA

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 1 | Ambientes dentro de una biblioteca | 11 |
| Figura 2 | Espectro medio de la voz en dB (a) hombres (b) mujeres..... | 22 |
| Figura 3. | Sonómetro: control de calibración..... | 25 |
| Figura 4. | Sonómetro con guardaviento. | 25 |
| Figura 5. | Figura de diagrama de bloque del circuito | 49 |
| Figura 6. | Circuito de señal de audio pre-amplificada | 50 |
| Figura 7 | Señal amplificada que ingresa al driver..... | 50 |
| Figura 8 | Etapa de audio amplificada..... | 51 |
| Figura 9 | Conexión de LCD de backlight azul de 16*2 líneas | 52 |
| Figura 10 | Diagrama de conexión de LCD y servo motores | 53 |
| Figura 11 | Estructura de Aluminio que contiene 2 servo motores y cámara | 54 |
| Figura 12 | Parte posterior de la estructura de aluminio | 55 |
| Figura 13 | Diagrama de secuencia de WinPic 800..... | 29 |
| Figura 14 | Pantalla Principal WinPic 800 | 29 |
| Figura 15. | Modo configuración para elegir tipo de oscilador entre otras opciones de configuración de bits e incluso el ID..... | 33 |
| Figura 16. | Tipos de osciladores del Microcontrolador Pic 16F628A..... | 35 |
| Figura 17. | Bits de configuración del Microcontrolador Pic 16F628A..... | 36 |
| Figura 18. | Botón Abrir para cargar programa a grabar en Microcontrolador Pic 16F628A..... | 36 |
| Figura 19. | Programa cargado listo para ser grabado en el MicrocontroladorPic 16F628A..... | 36 |
| Figura 20. | Herramientas de programación del WinPic 800. | 38 |
| Figura 21. | Ventana del proceso de Test del Hardware conectado al WinPic 800..... | 39 |
| Figura 22. | Ventana del proceso Detección del Dispositivo microcontrolador a programar. | 39 |
| Figura 23. | Ventana del proceso Programando el microcontrolador del WinPic 800. ... | 40 |
| Figura 24. | Ventana del proceso Verificando la programación del PIC 16F628A. | 40 |
| Figura 25. | Datos leídos de un Microcontrolador Pic 16F628A con código de protección. | 41 |
| Figura 26. | Herramienta Conversora del archivo .hex a assembler del WinPic 800. | 42 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Niveles de ruido según actividad..... | 19 |
| Tabla 2. Límites más exigente de niveles de ruidos..... | 19 |
| Tabla 3. Límites de ruido admisibles por la Ley del Ruido o el proyecto del Código Técnico de la Edificación | 20 |
| Tabla 4. Niveles máximos de ruido permisibles según el uso del suelo-Ecuador | 20 |
| Tabla 5. Tiempo de reverberación según las actividades | 21 |
| Tabla 6. Principios del método inductivo | 45 |
| Tabla 7. Tabla de toma de para pre prueba y pos prueba | 47 |
| Tabla 8. Toma de datos para pre-prueba y pos-prueba | 59 |
| Tabla 9. Indicadores de niveles de ruido..... | 63 |
| Tabla 10. Demostración de la hipótesis utilizando el método estadístico T-Student..... | 65 |

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo escrito contiene 6 Capítulos; en Capítulo I, introducción en donde se define la formulación del problema y justificación del estudio, problema de investigación.

Capítulo II marco teórico conceptual, trata sobre el marco teórico relacionado con el tema que describe el sustento teórico de investigación, nos ha permitido identificar y seleccionar el contenido científico para desarrollar el tema “CONSTRUCCIÓN DE UN CONTROL DE RUIDO INTELIGENTE PARA MANTENER LOS DECIBLES ADECUADOS EN LAS SALAS DE CONSULTA DE LA BIBLIOTECA GENERAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO”, este sustento teórico aplicado en el trabajo de campo respectivo.

En el Capítulo III se describe la metodología utilizada, las actividades realizadas para la obtención de información y los resultados obtenidos, los que a nuestro entender, constituirían los aspectos más relevantes respecto al tema planteado en la investigación.

Capítulo IV resultados obtenidos, aquí se presentan las estadísticas, los resultados y que oportunamente han sido porcentualizados, graficados, interpretados y discutidos.

Además las conclusiones y recomendaciones en donde se exponen los logros del trabajo de campo, previamente sintetizados y que nos permiten recomendar la propuesta en donde se plantean las diferentes maneras de afrontar los problemas, conocerlos y ponerlos en práctica lo cual nos ayudara a salir con éxito de situaciones que requieren de nuestra creatividad.

SUMMARY

Written work contains a chapter I, introduction where the problem formulation and justification of the study, research problem is defined , Chapter II conceptual framework, discusses the theoretical framework related to the topic that describes the theoretical basis of research, we has identified and selected scientific content to develop the theme " BUILDING A CONTROL OF INTELLIGENT NOISE TO MAINTAIN ADEQUATE PREDICTABLE ON THE BOARDS OF CONSULTATION OF THE GENERAL LIBRARY TECHNICAL STATE UNIVERSITY QUEVEDO ", this theoretical foundation applied at work respective field .

Chapter III describes the methodology used, the activities undertaken to obtain information and results, which to our knowledge, constitute the most important aspects regarding the issue raised in the investigation. Chapter IV results, the statistics presented here, and the results have been timely porcentual izados, plotted, interpreted and discussed. Furthermore, the conclusions and recommendations where the achievements of fieldwork, synthesized previously exposed and allow us to recommend the proposal arise where different ways of dealing with problems , and implement them know which we successfully help out situations that require our creativity.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1. Introducción

La Biblioteca General de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo es un lugar que atrae a los estudiantes por distintos motivos entre los que podemos mencionar: Recursos bibliográficos físicos y digitales, Internet, lugar cómodo y fresco para realizar trabajos académicos personales o en grupo, entre otras razones. Esta afluencia de usuarios hace que éstos se olviden que la Biblioteca es un lugar donde debe reinar el silencio; sin embargo, no todos los usuarios tienen un correcto comportamiento y generan ruido que perturba a los demás usuarios. Esto significa que el control del ruido en la Biblioteca es clave para dar un excelente servicio a todos los usuarios.

El Control del ruido en las salas de consulta es fundamental porque se debe cuidar de ésta característica ya que es una de las principales en el ámbito de la Biblioteca. Para ello es necesario desarrollar un sistema de control de ruido inteligente que permita mantener el orden y la tranquilidad entre los usuarios sin que sus diálogos perturben a los demás

Se hace imperativo contar con un sistema de control de ruido inteligente para que exista un control efectivo y continuo de los niveles de ruido que inconscientemente o conscientemente generan los usuarios de la Biblioteca General. Los usuarios que se ven afectados por el ruido generado, critican las actitudes de éstos usuarios y exigen la restauración del ambiente silencioso y tranquilo que debe lucir en una Biblioteca.

La importancia de este proyecto de tesis radica en el hecho de usar la tecnología para medir niveles de ruido y a través de ellos tomar acciones a fin de que el ruido no sobrepase los límites permisibles. Estas acciones pueden ser: advertir mediante mensajes auditivos y visuales; capturar imágenes de personas que provocan ruido. Cada una de ellas emitidas a medida que se sobrepase ciertos niveles establecidos para cada una de las acciones a tomar de manera automática.

1.1. Situación actual de la problemática

1.1.1. Análisis del problema

La Biblioteca General de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo atiende aproximadamente a nueve mil usuarios potenciales de las modalidades presencial y semi-presencial en su nuevo edificio. El horario de atención a los usuarios es extenso iniciando la jornada a las 08H00 y cerrando la misma a las 21H00. También se atiende los días sábados y domingos desde las 08h00 hasta las 16h00. El personal para atender el proceso de circulación que se da en las salas de consulta es escaso. Apenas tres personas para atender a nueve mil potenciales clientes; siendo el horario de la noche el más crítico ya que es atendido por una sola persona. En el proceso de circulación (préstamos y devoluciones de libros) se produce una aglomeración de usuarios debido a la falta de personal que no se da abasto para atender con prontitud. Cuidar de los niveles de ruido producido por los usuarios mientras se realiza el proceso de circulación resulta ser una tarea compleja.

El nuevo edificio de la Biblioteca trajo la comodidad de cuatro amplias salas (actualmente solo están habilitadas dos salas) para los usuarios. Existen dos ambientes: la sala de consulta y la sala de estudios libres. Ésta última es la más compleja de controlar ya que es la más usada por los usuarios. Se encuentra en un ambiente donde no hay ningún personal de Biblioteca y es la más grande y concurrida por los usuarios.

A pesar de que la Biblioteca atiende a personas que se están formando como profesionales, lamentablemente éstas no han adquirido costumbres apropiadas para el uso de la Biblioteca. En general, los usuarios se agrupan alrededor de una mesa de trabajo y empiezan a conversar y reirse mientras desarrollan alguna actividad académica o social. Esto provoca una reacción en cadena y el rato menos pensado todos están hablando y produciendo ruido que incomoda y molesta a aquellos que están tratando de realizar su trabajo en silencio.

Dentro del desarrollo de la Biblioteca el uso de nuevas tecnologías es fundamental. Se han implementado algunos servicios bibliotecarios aprovechando las tecnologías de internet. Sin embargo, no se han desarrollado una solución basada en tecnologías para controlar y monitorear las fuentes de ruido dentro de la Biblioteca.

1.1.2. Formulación

¿Un control de ruido inteligente mejorará el ambiente de trabajo en las salas de consulta de la Biblioteca de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo?

1.1.3. Sistematización

¿Cómo activar dispositivos de comunicación auditiva para indicar que la sala ha sobrepasado el nivel de ruido aceptable?

¿De qué manera se puede activar dispositivos de comunicación visual para indicar que la sala ha sobrepasado el nivel de ruido aceptable?

¿De qué forma se puede activar dispositivos de captura de imágenes para identificar a los usuarios que producen ruido?

1.2. Justificación

El sistema de control de ruido para las salas de consulta de la Biblioteca General posibilita el hecho de mantener los niveles de ruido dentro de los rangos permisibles independiente de la cantidad de usuarios que estén usando las salas de consulta o del número de bibliotecarios que estén atendiendo. Esto permite mantener la imagen apropiada de la Biblioteca.

Cuando la asistencia de usuarios es alta, estos generan mayor cantidad de ruido. El sistema de control de ruido inteligente tiene la facultad de captar imágenes que permite tener una evidencia de que usuarios no han acatado las señales de advertencia de bajar los niveles de ruido automáticos. De esta manera es posible aplicar alguna sanción a aquellos usuarios que manifiesten una conducta incorrecta dentro de la Biblioteca.

Los usuarios no suelen hacer caso a la disposición de hacer silencio que da el personal de Biblioteca. El sistema de control de ruido inteligente actual como un elemento que disuade a los usuarios de hacer ruido mediante constantes e incrementales señales de bajar el nivel de ruido las cuales solo se desactivan cuando los usuarios han acatado esa disposición. Por lo tanto, el usuario desistirá de su incorrecta actitud en la Biblioteca.

El sistema de control de ruido inteligente para Biblioteca tiene como un beneficio adicional, aparte de mantener las salas con el nivel de ruido adecuado, la descarga de trabajo del personal que labora en Biblioteca. Esto ocurre porque se deslinda la responsabilidad de mantener el silencio de las salas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Diseñar y construir un sistema de control de ruido inteligente para las salas de consulta de Biblioteca General de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo

1.3.2. Objetivos Específicos

- Emitir mensajes auditivos a las salas donde el nivel de ruido haya sobrepasado el límite tolerable de manera automática
- Emitir mensajes visuales a las salas donde el nivel de ruido haya sobrepasado el límite tolerable de manera automática
- Capturar imágenes donde los niveles de ruido superen el máximo permisible

1.4. Resultados esperados

- Las salas de consulta permanecen con un nivel de ruido moderado y permitido.
- Los usuarios acatan la advertencia auditiva y disminuyen el nivel de ruido que emiten.
- Los usuarios acatan la advertencia auditiva y visual disminuyendo el nivel de ruido que emiten.
- Los bibliotecarios identifican quienes están realizando ruido y no acatan las advertencias realizadas por el sistema de control inteligente.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Planteamiento

Un sistema de control de ruido inteligente mejorará el control de los niveles de ruido en las salas de consulta de la Biblioteca General de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo

1.5.2. Matriz de Operacionalización

| VARIABLE | DEFINICIÓN | DIMENSIÓN | INDICADORES |
|---|---|----------------|---|
| INDEPENDIENTE Sistema de control de ruido inteligente | Sistema inteligente que mide los decibeles de las salas de consulta. Emite distintos tipos de advertencia para lograr bajar el nivel de ruido | Señales | Auditivas Sonoras |
| | | Evidencia | Captura de Imágenes |
| DEPENDIENTE Control de ruido en las salas de consulta | Control de los Decibeles que son permitidos en una sala de consulta de una Biblioteca. | Nivel de ruido | Tiempo en restablecer el nivel de ruido aceptable |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Bibliotecas

El H. Consejo Universitario en sesión de fecha 1985 06 03 resuelve legalizar la apertura de la Biblioteca y entregar por inventario a la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Inicialmente se ubicó donde es actualmente el área de Contabilidad y desde sus inicios había venido funcionando en espacios no adecuados para su fin (aulas de clases). Ante el cada vez más creciente número de usuarios se evidencia cada vez con mayor fuerza la necesidad urgente ampliar el espacio designado para la biblioteca para que prestar un mejor servicio.

Considerando estos antecedentes, el señor Rector Ing. Manuel Haz Álvarez de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo desde el año 2007 incrementó sus esfuerzos para el desarrollo de Biblioteca General. Las evidencias están a la vista: Implementación de la sala de cómputo para consultas en el internet; adquisición de base de datos de publicaciones científicas; incremento de la bibliografía y suscripción a revistas especializadas en algunas áreas. Su apoyo incondicional nos hizo sentir; en que las mejoras continuaran en los próximos años y que la biblioteca será transformada en todos sus ámbitos buscando siempre el desarrollo intelectual de los señores usuarios y la excelencia en la calidad de sus servicios.

Hoy, el señor Rector Ing. Roque Vivas Moreira, continua dándole el impulso incondicional a nuestra gestión para incrementar el desarrollo de la Biblioteca. Nuestra prioridad es impulsar el uso de las TICs en la gestión de la información y del conocimiento producido en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y su interconexión con las demás Universidades del país y del mundo.

“La biblioteca es el corazón de una universidad. Ocupa el lugar central y básico como un recurso que es, porque sirve a todas las funciones de una universidad- enseñanza e investigación, la creación de nuevo conocimiento y la transmisión a la posteridad de la ciencia y la cultura del presente y del

pasado”

Según Bravo (BRAVO MANCHENO, 2007) La Biblioteca propone lograr un espacio alternativo en el que leer se convierta en una actividad cultural entretenida y no en una obligación. Además de ser un lugar donde se almacenan libros, la biblioteca tiene la función de enseñar a aprender y transmitir la información por medio de varias actividades. Debe ser un espacio amable y abierto a toda la comunidad, que a más de adaptarse a nuestro medio social, económico y cultural, cuente con la mayor cantidad de servicios necesarios y con tecnología de punta para agilizar la transferencia de conocimiento a los usuarios. De esta forma se trataría de cambiar el concepto que tenemos en nuestro país de esta institución tan importante.

Las bibliotecas son instituciones de suma importancia en la actualidad. No sólo es un lugar donde se guardan libros, también es un espacio donde la sociedad puede alimentar su cultura, aumentar sus conocimientos a través de la información que en ella se almacena y desarrollarse a través de la educación que en este lugar puede adquirir.

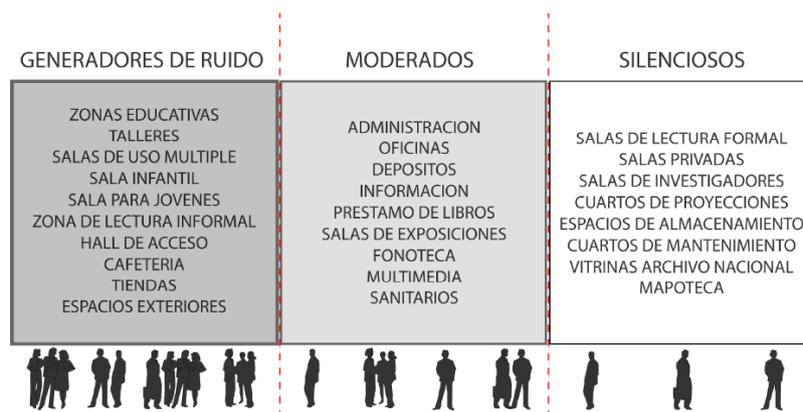
Las bibliotecas tienen la función de transmitir un gran porcentaje de la información que existe en el mundo. La mayor parte de esta información la podemos encontrar escrita, ya sea en libros, revistas, documentos, en el Internet, etc. Es por esto que se dice que la puerta del conocimiento es la lectura. Para que un hombre pueda desarrollarse debe buscar información que enriquezcan sus conocimientos. En la actualidad, cualquier información que deseemos obtener la podemos encontrar de manera fácil y rápida en las bibliotecas.

2.2.1.1. Ruido y silencio en las bibliotecas

Dentro de una biblioteca es muy importante el control de ruidos. En esta institución se realizan varias actividades, algunas de carácter pasivo que requieren de un espacio tranquilo y silencioso y otras activas que generan ruido y deben estar separadas de las que necesitan silencio.

Con este criterio se debe estudiar la zonificación y el emplazamiento de la biblioteca, ya que es necesario preservarla de ruidos externos como los que generan calles muy transitadas o edificaciones aledañas que generen mucho ruido. Se debe considerar la ubicación de los espacios de lectura en zonas silenciosas dentro del edificio y alejadas de los ruidos producidos en el exterior. De acuerdo a los niveles de ruido existen tres ambientes dentro de una biblioteca: los generadores de ruido, los moderados y los silenciosos. Los ambientes generadores de ruido son las zonas educativas, los talleres, las salas de uso múltiple, la sala infantil, la sala para jóvenes, la zona de lectura informal, el hall de acceso y aquellos espacios complementarios como la cafetería, tiendas y espacios exteriores propios de la biblioteca. Dentro de los ambientes moderados podemos encontrar la administración, las oficinas, los depósitos, la información, el préstamo de libros, las salas de exposiciones, la fonoteca, la zona de multimedia e Internet, los sanitarios, etc. Finalmente, los ambientes silenciosos son las salas de lectura formal, las salas privadas, los cuartos de proyecciones, los espacios de almacenamiento de libros, los cuartos de mantenimiento y vitrinas del archivo nacional, la mapoteca, etc.

Figura 1 **Ambientes dentro de una biblioteca**



Es necesario agrupar los espacios donde se realizan actividades de carácter similar, basándose en los tres tipos de ambientes ya mencionados. La dinámica y el ruido que generan ciertas actividades de la biblioteca exigen que al momento de diseñar cada espacio se piense en métodos de control acústico interno, de tal forma que no molesten a las otras actividades que necesitan de silencio. Si la biblioteca cuenta con varias plantas es recomendable que las

actividades y los ambientes generadores de ruido y con mayor tráfico de gente se encuentren en pisos bajos, mientras que las actividades más silenciosas y privadas se encuentren en los pisos altos.

El mobiliario que se utiliza en la biblioteca también es importante para el aislamiento del sonido dentro de un espacio; como por ejemplo, la utilización de los cubículos y las cabinas ayuda a proteger un poco del ruido y da cierta privacidad a las personas. Además se deben utilizar materiales que absorban el sonido y plafones acústicos en pisos, paredes y cubiertas. Existen espacios dentro de la biblioteca que requieren un tratamiento acústico especial y específico, tales como el auditorio, las salas de uso múltiple, las salas de conferencias, las salas audiovisuales, la fonoteca, etc.

2.2.2. Las ondas sonoras

El decibelio es la principal unidad de medida utilizada para el nivel de potencia o nivel de intensidad del sonido. Los sonidos que percibimos deben superar el umbral auditivo (0 dB) y no llegar al umbral de dolor (140 dB). Llamamos umbral de dolor a la intensidad máxima de sonido a partir de la cual el sonido produce en el oído sensación de dolor. Por encima de los 100 dB es muy recomendable siempre que sea posible, utilizar protectores para los oídos. En puestos de trabajos, se considera necesario el utilizar protectores en ambientes con niveles de 85 dB, siempre y cuando la exposición sea prolongada. Los daños producidos en el oído por exposiciones a ruidos muy fuertes son acumulativos e irreversibles, por lo que se deben de extremar las precauciones. De la exposición prolongada a ruidos se observan trastornos nerviosos, cardíacos y mentales (Victoria Pérez).

2.2.2.1. Parámetros acústicos que caracterizan una onda sonora

La onda sonora es el resultado de la vibración de las moléculas del aire, y puede definirse en función de:

- **La amplitud.**- Puede decirse que es la altura de la onda. Es la máxima distancia que alcanza un punto al paso de las ondas respecto a su posición de equilibrio. La amplitud está relacionada con la intensidad

sonora, a menor amplitud menor intensidad y a mayor amplitud mayor intensidad (Victoria Pérez).

- **La frecuencia.**- La frecuencia es el número de ciclos (ondas completas que se producen una unidad de tiempo. En el caso del sonido, la unidad de tiempo es el segundo y la frecuencia se mide en hercios (Hz). Así una frecuencia de 1 Herzio es lo mismo que decir que el sonido tiene una vibración por segundo (por cierto, un sonido de esta frecuencia sería imposible de percibir por el oído humano). Las frecuencias más bajas se corresponden con lo que habitualmente llamamos sonidos "graves", son sonidos de vibraciones lentas. Las frecuencias más altas se corresponden con lo que llamamos sonidos "agudos" y son vibraciones muy rápidas (Victoria Pérez).
- **La longitud de onda.**- Indica el tamaño de una onda, que es la distancia entre el principio y el final de una onda completa (ciclo). La longitud de onda y la frecuencia de una onda están relacionadas, son inversamente proporcionales: A mayor frecuencia menor longitud de onda y viceversa (Victoria Pérez).

2.2.3. Comodidad acústica

La comodidad acústica según Manuel Monroy es una sensación subjetiva de bienestar cuando los ocupantes de un espacio perciben que el ambiente sonoro es adecuado para las actividades que están realizando. El ambiente sonoro de un lugar será por tanto el conjunto de sonidos percibidos por los ocupantes y que, pueden ser interpretados en dos categorías:

- **Señales:** sonidos portadores de información útil.
- **Ruidos:** sonidos perturbadores por sus intensidades o frecuencias desagradables, por interferir en la correcta audición de las señales o por transmitir información indeseable.

La calidad acústica de un espacio es el conjunto de propiedades espaciales y constructivas que facilitan la audición cómoda de las señales y, simultáneamente, limita las molestias causadas por la percepción de ruidos.

Al igual que la visión, la audición es un sentido fundamental para estar informado de los acontecimientos del entorno, que está en alerta permanente incluso cuando dormimos. Por otro lado, la ausencia total de sonidos puede llegar a producir una sensación de incomodidad al vivir en ambientes sonoros en los que no existe el silencio absoluto.

La audición de sonidos produce en las personas percepciones y reacciones a diferentes niveles:

- Percepción fisiológica y reacciones reflejas, actuando automáticamente (adrenalina, prestar atención, dirigir la vista...).
- Percepción mental y reacción intelectual, interpretando las señales o ruidos y actuando racionalmente (reconocimiento del habla, anticipación causa-efecto...)
- Percepción psicológica y reacción emocional (placer, temor, odio.).

La comodidad acústica es una sensación subjetiva de bienestar, propia de cada individuo, que depende tanto de la actividad que realiza el ocupante de un lugar en un momento determinado como del ambiente sonoro existente en el mismo.

Las condiciones de comodidad acústica son muy difíciles de generalizar, ya que su estudio debe fundamentarse en estadísticas de opinión de grupos de individuos que permitan estimar el porcentaje de personas incómodas o el nivel de incomodidad medio para cada tipo de actividad y ambiente sonoro. A partir de estos datos se puede deducir la calidad de la señal deseada o el nivel de ruido admisible.

Cuando un ambiente sonoro no es el adecuado para la actividad de los ocupantes se produce una sensación de incomodidad acústica que, además de generar un malestar orgánico, puede ser una interferencia mental que produzca un malestar intelectual y, finalmente, una alteración emocional. Los efectos conjuntos pueden afectar seriamente a la salud, en su sentido más amplio.

2.2.4. Efectos del ruido

El ruido actúa a través del órgano del oído sobre los sistemas nerviosos central y autónomo. Cuando el estímulo sobrepasa determinados límites, se produce sordera y efectos patológicos en ambos sistemas, tanto instantáneos como diferidos. A niveles mucho menores, el ruido produce malestar y dificulta o impide la atención, la comunicación, la concentración, el descanso y el sueño.

La reiteración de estas situaciones puede ocasionar estados crónicos de nerviosismo y estrés lo que, a su vez, lleva a trastornos psicofísicos, enfermedades cardiovasculares y alteraciones del sistema inmune (Aglopor acústic).

Según López algunos de los efectos que provoca el ruido sobre las personas Son:

2.2.4.1. Malestar.

Este es quizá el efecto más común del ruido sobre las personas y la causa inmediata de la mayor parte de las quejas. La sensación de malestar procede no solo de la interferencia con la actividad en curso o con el reposo sino también de otras sensaciones, menos definidas pero a veces muy intensas, de estar siendo perturbado. Las personas afectadas hablan de intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo, ansiedad o rabia. Esto contrasta con la definición de “salud” dada por la Organización Mundial de la Salud: “Un estado de completo bienestar físico, mental y social, no la mera ausencia de enfermedad” (Dr. Vallejo González, 2005).

2.2.4.2. Interferencia con la comunicación.

El nivel del sonido de una conversación en tono normal es, a un metro del hablante, de entre 50 y 55 dBA. Hablando a gritos se puede llegar a 75 u 80 dBA. Por otra parte, para que la palabra sea perfectamente inteligible es necesario que su intensidad supere en alrededor de 15 dBA al ruido de fondo.

Por lo tanto, un ruido superior a 35 o 40 dB provocará dificultades en la comunicación oral que solo podrán resolverse, parcialmente, elevando la voz. A partir de 65 dB de ruido, la conversación se torna extremadamente difícil.

Situaciones parecidas se dan cuando el sujeto está intentando escuchar otras fuentes de sonido (televisión, música, etc.). Ante la interferencia de un ruido, reacciona elevando el volumen de la fuente creándose así una mayor contaminación sonora sin lograr totalmente el efecto deseado (Srta. Hernández Edith , 2005).

2.2.4.3. Pérdida de atención, de concentración y de rendimiento.

El ruido repentino puede producir distracciones que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos, especialmente en aquellos que exijan un cierto nivel de concentración.

En estos casos se afectará la realización de la tarea, apareciendo errores y disminuyendo la calidad y cantidad del producto de la misma. Algunos accidentes, tanto laborales como de circulación, pueden ser debidos a este efecto.

En ciertos casos las consecuencias serán duraderas, por ejemplo, los niños sometidos a altos niveles de ruido durante su edad escolar no solo aprenden a leer con mayor dificultad sino que también tienden a alcanzar grados inferiores de dominio de la lectura (Srta. Hernández Edith , 2005).

2.2.4.4. Daños al oído.

El efecto descrito en este apartado (pérdida de capacidad auditiva) no depende de la cualidad más o menos agradable que se atribuya al sonido percibido ni de que éste sea deseado o no. Se trata de un efecto físico que depende únicamente de la intensidad del sonido, aunque sujeto naturalmente a variaciones individuales.

- En la sordera transitoria o fatiga auditiva no hay aun lesión. La recuperación es normalmente casi completa al cabo de dos horas y completa a las 16 horas de cesar el ruido, si se permanece en un estado de confort acústico (menos de 50 dB en vigilia o de 30 durante el sueño).
- La sordera permanente está producida, bien por exposiciones prolongadas a niveles superiores a 75 dBA, bien por sonidos de corta duración de más de 110 dBA, o bien por acumulación de fatiga auditivas en tiempo suficiente de recuperación. Hay lesión del oído interno. Se produce inicialmente en frecuencias no conversacionales, por lo que el sujeto no la suele advertir hasta que es demasiado tarde, salvo casos excepcionales de auto observación. Puede ir acompañada de zumbidos de oído y de trastornos del equilibrio (Dr. Vallejo González, 2005).

2.2.4.5. El estrés, sus manifestaciones y consecuencias.

Las personas sometidas de forma prolongada a situaciones como las anteriormente descritas (ruidos que hayan perturbado y frustrado sus esfuerzos de atención, concertación o comunicación, o que hayan afectado a su tranquilidad, su descanso o su sueño) suelen desarrollar algunos de los síndromes siguientes (Dr. Vallejo González, 2005):

- Cansancio crónico.
- Tendencia al insomnio, con la consiguiente agravación de la situación.
- Enfermedades cardiovasculares: hipertensión, cambios en la composición química de la sangre, isquemias cardiacas, etc. Se han mencionado aumentos de hasta el 20% o el 30% en el riesgo de ataques al corazón en personas sometidas a más de 65 dB en un periodo diurno.
- Trastornos del sistema inmune responsable de la respuesta a las infecciones y a los tumores.
- Trastornos psicofísicos tales como ansiedad, manía, depresión, irritabilidad, náuseas, jaquecas, y neurosis o psicosis en personas predispuestas a ello.
- Cambios conductuales, especialmente comportamientos antisociales tales como hostilidad, intolerancia, agresividad, aislamiento social y disminución de la tendencia natural hacia la ayuda mutua.

2.2.4.6. La habituación al ruido.

Es cierto que a mediano o largo plazo el organismo se habitúa al ruido, empleando para ello dos mecanismos diferentes por cada uno de los cuales se paga un precio distinto. El primer mecanismo es la disminución de la sensibilidad del oído y su precio, la sordera temporal o permanente. Muchas de las personas a las que el ruido no molesta dirían, si lo supiesen, que no oyen el ruido o que lo oyen menos que otros o menos que antes. Naturalmente tampoco oyen otros sonidos que les son necesarios (**Srta. Hernández Edith , 2005**).

Mediante el segundo mecanismo, son las capas corticales del cerebro las que se habitúan. Dicho de otra forma, oímos el ruido pero no nos damos cuenta (**Srta. Hernández Edith , 2005**).

Durante el sueño, las señales llegan a nuestro sistema nervioso, no nos despiertan pero desencadenan consecuencias fisiológicas de las que no somos conscientes: frecuencias cardiacas, flujo sanguíneo o actividad eléctrica cerebral. Es el llamado síndrome de adaptación **(Srta. Hernández Edith , 2005)**.

Con respecto al mismo tema de los efectos del ruido en proceso enseñanza aprendizaje el Sistema de Bibliotecas de la Universidad Austral de Chile señala solo tres puntos importantes que influyen en éste proceso:

- **Interferencia en la comunicación:** Un ruido superior a 35 ó 40 decibeles provocará dificultades en la comunicación oral que sólo podrán resolverse parcialmente, elevando el tono de voz **(Srta. Hernández Edith , 2005)**.
- **Pérdida de concentración, atención y de rendimiento:** Es evidente que cuando realizas una tarea necesitas la utilización de señales acústicas, el ruido de fondo puede enmascarar estas señales o interferir con su percepción. Por otra parte el ruido repentino producirá distracciones que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos **(Srta. Hernández Edith , 2005)**.
- **La habituación al ruido:** Las capas corticales del cerebro se habitúan, dicho de otra forma oímos el ruido pero no nos damos cuenta. Durante el sueño, las señales que llegan a nuestro sistema nervioso no nos despiertan, pero desencadenan consecuencias fisiológicas de las que no somos conscientes como: frecuencia cardiaca, flujo sanguíneo o actividad eléctrica cerebral. Es el llamado síndrome de la adaptación **(Srta. Hernández Edith , 2005)**.

Según la norma cubana contra la contaminación por ruido (NC 53 – 75: 82) en las Bibliotecas públicas y escolares que el nivel de ruido será inferior a 40 decibeles.

2.2.5. Niveles de ruido admisibles según actividad

Con respecto a este tema Monroy menciona que para valorar la tolerancia de los ocupantes de un local a un determinado nivel de ruido habrá que considerar que el grado de molestia dependerá en gran medida del tipo de actividad que

se desee realizar, así como de la actitud del receptor (enfermos, edificios de lujo, etc.)

Una primera clasificación es la distinción entre las actividades realizadas en periodo diurno (trabajo, estudio, ocio) y las actividades típicas del periodo nocturno (dormir, descansar). Se considera que durante el periodo nocturno, normalmente establecido desde las 22 horas hasta las 8 horas del día siguiente, las personas reclaman una reducción del nivel de ruido admisible entre 5 y 10 dBA, tanto en términos absolutos para poder descansar o dormir, como en términos relativos por la disminución habitual del ruido ambiental exterior.

En el segundo orden de clasificación se pueden considerar los niveles admisibles de ruido con objeto de evitar interferencias significativas con las actividades normales de los ocupantes. Cada tipo de actividad se puede relacionar con un nivel de ruido admisible en el interior del local, que no conviene sobrepasar durante el día y la noche. Los valores de nivel equivalente de ruido Leq que recomienda la NBE-CA-88 son los siguientes:

Tabla 1 Niveles de ruido según actividad

| NBE-CA-88 Actividad | Leq [dBA] día (8-22h) | Leq [dBA] noche (22-8h) |
|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Servicios y zonas comunes | 50 | |
| Zonas de estancia, oficinas | 45 | 40 (residencial) |
| Dormitorios, despachos, aulas | 40 | 30 (residencial) |
| Salas de lectura | 35 | |
| Dormitorios hospitalarios | 30 | 25 |

Estos valores pueden ser sustituidos por límites más exigentes en la normativa municipal. Por ejemplo:

Tabla 2 Límites más exigente de niveles de ruidos

| Ordenanza de Las Palmas Actividad | Leq [dBA] día (8-22h) | Leq [dBA] noche (22-8h) |
|--|----------------------------|------------------------------|
| Zonas comunes | 50 | |
| Servicios, oficinas, comercio y hostelería | 45 | |
| Zonas de estancia, despachos, aulas | 40 | 30 (residencial) |
| Dormitorios | 40 | 25 (residencial) |
| Salas de lectura, biblioteca | 35 | |
| Cine, teatro, concierto | 30 | |
| Dormitorios hospitalarios | 30 | 25 |

Actualmente se están revisando los límites de ruido admisibles por la legislación estatal mediante el desarrollo reglamentario de la Ley del Ruido o el

proyecto del Código Técnico de la Edificación (HR-4) que supone una mayor exigencia respecto a la NEB-CA-88.

Tabla 3 Límites de ruido admisibles por la Ley del Ruido o el proyecto del Código Técnico de la Edificación

| CTE-HR4 (borrador) Actividad | Leq [dBA] día (8-22h) | Leq [dBA] noche (22-8h) |
|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Servicios y zonas comunes | 50 | |
| Oficinas | 45 | |
| Zonas de estancia, despachos, aulas | 40 | 35 (residencial) |
| Dormitorios | 40 | 30 (residencial) |
| Salas de lectura | 35 | |
| Dormitorios hospitalarios | 30 | 25 |

En Ecuador la norma técnica dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental determina o establece:

- Los niveles permisibles de ruido en el ambiente, provenientes de fuentes fijas.
- Los límites permisibles de emisiones de ruido desde vehículos automotores.
- Los valores permisibles de niveles de vibración en edificaciones.
- Los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido

2.2.6. Niveles máximos permisibles de ruido

Los niveles de presión sonora equivalente, NPSeq, expresados en decibeles, en ponderación con escala A, que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan en la siguiente tabla

Tabla 4 Niveles máximos de ruido permisibles según el uso del suelo-Ecuador

| TIPO DE ZONA SEGÚN USO | NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)] | |
|-------------------------------|--|------------------|
| | DE 06H00 A 20H00 | DE 20H00 A 06H00 |
| Zona hospitalaria y educativa | 45 | 35 |
| Zona Residencial | 50 | 40 |
| Zona Residencial mixta | 55 | 45 |
| Zona Comercial | 60 | 50 |
| Zona Comercial mixta | 65 | 55 |
| Zona Industrial | 70 | 65 |

Esta normativa menciona que para fines de verificación de los niveles de presión sonora equivalente estipulados en la Tabla anterior, emitidos desde la fuente de emisión de ruidos objeto de evaluación, las mediciones se realizarán, sea en la posición física en que se localicen los receptores externos a la fuente evaluada, o, en el límite de propiedad donde se encuentra ubicada la fuente de emisión de ruidos.

Las fuentes fijas emisoras de ruido deberán cumplir con los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos correspondientes a la zona en que se encuentra el receptor.

2.2.7. Tiempo de reverberación en locales convencionales

Tiempo de reverberación (Tr) al periodo de tiempo durante el cual se sigue percibiendo un sonido después de que se haya extinguido la fuente, correspondiéndose con una disminución de 60 dBA.

El tiempo de reverberación se puede estimar mediante la fórmula de Sabine ($T = 0.161 V/A$ seg), que indica que es proporcional al volumen del local (V m³) e inversamente proporcional a la absorción del local (A m²), como sumatorio del área de cada superficie i , multiplicada por su coeficiente de absorción ($A = \sum S_i \times \alpha_i$).

Un tiempo de reverberación elevado afecta a la calidad de la audición, como índice de la saturación y degradación de la señal acústica, y por ello conviene limitarlo a valores compatibles con la actividad que realicen los ocupantes.

Como referencia para locales normales, la Norma NBE-CA-88 recomienda limitar el tiempo de reverberación a los siguientes valores:

Tabla 5 Tiempo de reverberación según las actividades

| Actividad | Tr (seg) |
|--|----------|
| Zonas comunes públicas | 1.5-2 |
| Servicios y zonas comunes privadas | 1.5 |
| Salas de estar, dormitorios, despachos, oficinas | 1 |
| Aulas, salas de lectura | 0.8-1.5 |

2.2.8. Generación de ruido por actividades de las personas

2.2.8.1. Pisadas

Producen un ruido típico que se transmite fundamentalmente por la estructura. Sus características espectrales y de nivel dependen del tipo de pavimento, del calzado del ocupante y del ritmo de sus pisadas. Generalmente es un ruido rico en bajas frecuencias, que se transmiten primordialmente al recinto subyacente, y cuyo nivel de inmisión puede alcanzar en ciertos casos **55 dBA**.

2.2.8.2. Conversación

Los niveles sonoros medios que produce la conversación se cifran en **70 dBA** y en **76 dBA** cuando se fuerza la voz, pudiendo llegar a los **100 dBA** de haber gritos. Su espectro se representa en la figura del margen.

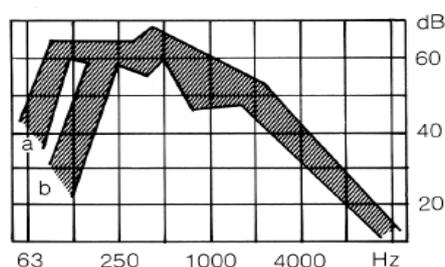


Figura 2 Espectro medio de la voz en dB (a) hombres (b) mujeres

2.2.8.3. Equipos de reproducción sonora

Producen niveles de utilización comprendidos entre **65 y 70 dBA**, aunque en algunos casos se pueden superar fácilmente los **90 dBA**. Su espectro es función del tipo de programa emitido, si bien en general predominan las frecuencias bajas y medias. Sin embargo, este tipo de fuentes de ruido tiende a ser cada vez más importante debido a los avances en los sistemas audiovisuales (home-cinema) que suelen incorporar potentes altavoces para muy bajas frecuencias (subwoofer).

2.2.8.4. Instrumentos musicales

Pueden producir niveles de utilización comprendidos entre **90 y 100 dBA**, con intensidades máximas localizadas en una banda de frecuencias entre **50 y 1.500 Hz**. Conviene aislar los apoyos de los grandes instrumentos, como el piano, la batería o el contrabajo, ya que pueden transmitir una parte importante de la energía emitida a la estructura del edificio.

2.2.8.5. Otros ruidos domésticos

Se engloban en este epígrafe los ruidos producidos por los juegos de niños, análogos a los de pisadas, y su nivel puede alcanzar hasta **60 dBA**. Igual importancia tiene el arrastre de muebles porque produce niveles en los recintos subyacentes del orden de **65 dBA**. El accionamiento de persianas enrollables puede cifrarse también en **65 dBA**, mientras que el ladrido de perros puede alcanzar niveles del orden de **80 dBA**.

2.2.9. Medición del ruido

Para prevenir los efectos perjudiciales del ruido para la concentración de los estudiantes, es preciso elegir con cuidado instrumentos, métodos de medición y procedimientos que permitan evaluar el ruido generado en salas de estudios en donde se necesita un ambiente tranquilo. Es importante distinguir los ambientes ruidosos con diferentes espectros de frecuencias, y considerar asimismo las diversas situaciones (DRISCOLL, 2013).

Uno de los principales objetivos de la medición del ruido en los lugares de estudios es identificar a los usuarios y enviarles señales de voz de tal manera que acojan las normas de comportamiento, como también poder sancionar este tipo de comportamiento.

2.2.9.1. Instrumentos de medida

Eduard I. Denisov y German A. Suvorov en su aporte acerca del ruido mencionan que entre los instrumentos de medida del ruido cabe citar los sonómetros, los dosímetros y los equipos auxiliares. “El instrumento básico es el sonómetro, un instrumento electrónico que consta de un micrófono, un amplificador, varios filtros, un circuito de elevación al cuadrado, un promediador exponencial y un medidor calibrado en decibelios (dB). Los sonómetros se clasifican por su precisión, desde el más preciso (tipo 0) hasta el más impreciso (tipo 3). El tipo 0 suele utilizarse en laboratorios, el tipo 1 se emplea para realizar otras mediciones de precisión del nivel sonoro, el tipo 2 es el medidor de uso general, y el tipo 3, el medidor de inspección, no está recomendado para uso industrial” (DRISCOLL, 2013).

Los sonómetros también incluyen dispositivos de ponderación de frecuencias, que son filtros que permiten el paso de la mayoría de las frecuencias pero que discriminan otras. El filtro más utilizado es la red de ponderación A, desarrollada para simular la curva de respuesta del oído humano a niveles de escucha moderados. Los sonómetros ofrecen asimismo diversas respuestas de medición: la respuesta “lenta”, con una constante de tiempo de 1 segundo; la respuesta “rápida” con una constante de tiempo de 0,125 segundos; y la respuesta “impulsivo” que tiene una respuesta de 35 ms para la parte creciente de la señal y una constante de tiempo de 1.500 ms para la parte decreciente de la señal (**DRISCOLL, 2013**).

Pueden encontrarse especificaciones de sonómetros en normas nacionales e internacionales, como la Organización Internacional de Normalización (ISO), la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) y el American National Standards Institute (ANSI). Las publicaciones de la CEI 651 (1979) y 804 (1985) se refieren a sonómetros de los tipos 0, 1 y 2, con ponderación de frecuencias A, B y C, y constantes de tiempo de respuesta “lenta”, “rápida” e “impulsivo”. La norma ANSI S1.4-1983, con su enmienda ANSI S1.4A-1985, también contiene especificaciones de sonómetros (**DRISCOLL, 2013**).

Entre otros instrumentos de medición del ruido constan:

- **Preamplificador:** Prepara la señal recogida de manera que el voltaje a la salida es proporcional a la carga aplicada a la entrada.
- **Acondicionador:** Integra la señal para limitar su ancho de banda y ajustar la ganancia. Se suelen usar filtros paso bajo o altos.
- **Detectores:** Extraen los parámetros que caracterizan a una señal, estos serían valor de pico, media aritmética, media cuadrática y su RMS.
- **Medidores:** Reconstruyen la señal a partir de los datos anteriores para mostrarla a la salida.
- **Grabadoras:** Almacenan la señal de manera directa.

Para medir exposiciones a ruido variable, como las que se producen en ambientes de ruido intermitente o de impulso, es más conveniente utilizar un sonómetro integrado. Estos equipos pueden medir simultáneamente los niveles

de ruido equivalente, pico y máximo, y calcular, registrar y almacenar varios valores automáticamente. El medidor de dosis de ruido o “dosímetro” es una modalidad de sonómetro integrado que puede llevarse en el bolsillo de la camisa o sujeto a la ropa del trabajador. Sus datos pueden informatizarse e imprimirse **(DRISCOLL, 2013)**.

Es importante asegurarse de que los instrumentos de medida del ruido estén siempre correctamente calibrados. Para ello hay que comprobar su calibración acústica antes y después de cada uso, además de realizar calibraciones electrónicas a intervalos apropiados **(DRISCOLL, 2013)**.



Figura 3. Sonómetro: control de calibración



Figura 4. Sonómetro con guardaviento.

En Ecuador dentro de la norma técnica **(DRISCOLL, 2013)** dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental se establece que: La medición de los ruidos en ambiente exterior se efectuará mediante un decibelímetro (sonómetro) normalizado, previamente calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow). Los

sonómetros a utilizarse deberán cumplir con los requerimientos señalados para los tipos 0, 1 ó 2, establecidas en las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC). Lo anterior podrá acreditarse mediante certificado de fábrica del instrumento.

Medición de Ruido Estable.- se dirige el instrumento de medición hacia la fuente y se determinará el nivel de presión sonora equivalente durante un período de 1 (un) minuto de medición en el punto seleccionado.

Medición de Ruido Fluctuante.- se dirige el instrumento de medición hacia la fuente y se determinará el nivel de presión sonora equivalente durante un período de, por lo menos, 10 (diez) minutos de medición en el punto seleccionado.

2.2.9.2. Métodos de medida

Para Denisov y Suvorov los métodos de medida del ruido dependen de los objetivos perseguidos. De hecho, pueden valorarse **(DRISCOLL, 2013)**:

- el riesgo de deterioro auditivo;
- los tipos de controles técnicos apropiados y su necesidad;
- la compatibilidad de la “carga de ruido” con el tipo de trabajo a realizar,
- el nivel de ruido de fondo necesario para no perjudicar la comunicación ni la seguridad.

La norma internacional ISO 2204 especifica tres tipos de métodos de medida de ruido: *a)* el método de control, *b)* el método de ingeniería y *c)* el método de precisión **(DRISCOLL, 2013)**.

2.2.9.2.1. El método de control

Este es el método que menos tiempo y equipo necesita. Se miden los niveles de ruido de una zona de trabajo con un sonómetro, utilizando un número limitado de puntos de medida. Aunque no se realiza un análisis detallado del ambiente acústico, es preciso observar los factores temporales, como por ejemplo si el ruido es constante o intermitente y cuánto tiempo están expuestos los trabajadores. Suele utilizarse la red de ponderación A, pero si existe un componente predominante de baja frecuencia puede ser apropiado utilizar la red de ponderación C o la respuesta lineal **(DRISCOLL, 2013)**.

2.2.9.2.2. El método de ingeniería

Con este método, las mediciones del nivel sonoro con factor de ponderación A o las que utilizan otras redes de ponderación se complementan con mediciones que utilizan filtros de banda de octava o de tercio de banda octava. El número de puntos de medición y las gamas de frecuencias se deciden en función de los objetivos de medición. También es preciso registrar factores temporales.

Este método es útil para evaluar la interferencia con la comunicación hablada calculando los niveles de interferencia conversacional (Speech Interference Levels, SIL), así como para implantar programas de control técnico del ruido y realizar estimaciones de los efectos auditivos y no auditivos del ruido **(DRISCOLL, 2013)**.

2.2.9.2.3. El método de precisión

Este método es necesario en situaciones complejas, en las que se requiere la descripción más minuciosa del problema de ruido. Las mediciones globales del nivel sonoro se complementan con mediciones en banda de octava o de tercio de octava y se registran historiales de intervalos de tiempo apropiados en función de la duración y las fluctuaciones del ruido. Por ejemplo, puede ser necesario medir los niveles pico de los impulsos utilizando el dispositivo de “captación de pico” del instrumento, o medir niveles de infrasonidos o ultrasonidos, lo que requiere capacidades de medición de frecuencias especiales, la directividad del micrófono, etc **(DRISCOLL, 2013)**.

2.2.9.3. Técnicas de control de ruido

Dennis P. Driscoll menciona que “para llevar a cabo un programa de este tipo, es preciso elaborar unas normas claras y bien redactadas que limiten las características de emisión de ruido. Un buen programa de control de ruido también incluye la vigilancia y el Mantenimiento. Una vez instalados los equipos e identificado el exceso de ruido por mediciones del nivel sonoro, el problema del control del ruido presenta matices más complejos. Antes de decidir lo que es preciso hacer, hay que identificar la causa origen del ruido” **(DRISCOLL, 2013)**.

2.2.9.3.1. Identificación de la fuente de ruido

Uno de los aspectos más difíciles del control del ruido es la identificación de la fuente. En un ambiente industrial típico suele haber varias máquinas en funcionamiento al mismo tiempo, con lo cual resulta difícil identificar la causa origen del ruido, sobre todo si se utiliza un sonómetro estándar.

Este indica un nivel de presión acústica (Sound Pressure Level, SPL) en un punto específico, que muy probablemente es el resultado de más de una fuente de ruido **(DRISCOLL, 2013)**.

Por consiguiente, el inspector tiene que emplear un enfoque sistemático que permita separar cada fuente de las demás y conocer su aportación relativa al SPL total. Las técnicas siguientes pueden contribuir a identificar el origen o la fuente del ruido **(DRISCOLL, 2013)**:

- Medir el espectro de frecuencias y representar los datos gráficamente.
- Medir el nivel sonoro, en dBA, en función del tiempo.
- Comparar los datos de frecuencias con equipos o líneas de producción similares.
- Aislar componentes con controles temporales o conectar y desconectar un equipo tras otro, siempre que sea posible.

Uno de los métodos más eficaces para localizar la fuente del ruido consiste en medir su espectro de frecuencias. Una vez medidos los datos, es muy útil representar gráficamente los resultados de modo que puedan visualizarse las características de dicha fuente. En la mayoría de los problemas de supresión del ruido, las mediciones pueden realizarse utilizando filtros de octava o de tercio de octava con el sonómetro **(DRISCOLL, 2013)**.

Si bien es cierto el autor Driscoll en su publicación hace referencia al ruido generado por maquinarias en fábricas, sin embargo, su aporte es significativo para aplicarlo en distintas áreas de control de ruido.

4.1. Software WINPIC 800

4.1.1. Introducción

Cualquier programa que hagamos en el código fuente en ensamblador (ASM), lo compilamos y transformamos en un archivo de extensión .hex que es el que vamos a grabar con el WinPic800 a los microcontroladores de la familia PIC a

través del GTP PLUS USB (Plaza Alarcon, 2014).



Figura 5 Diagrama de secuencia de WinPic 800

4.2. Pantalla del WinPic 800

Winpic800 es un programa grabador de microcontroladores muy usado y fácil que puedes descargar libremente en www.winpic800.com. En este caso se usa la versión Winpic800 3.64 bajo el sistema operativo Windows Xp y Windows Vista. Elegimos el PIC 16F628A para grabar los programas ya que es el más usado y encontrar más información sobre él. Lo instalamos y luego lo ejecutamos.

Por primera vez nos aparecerá esta ventana.

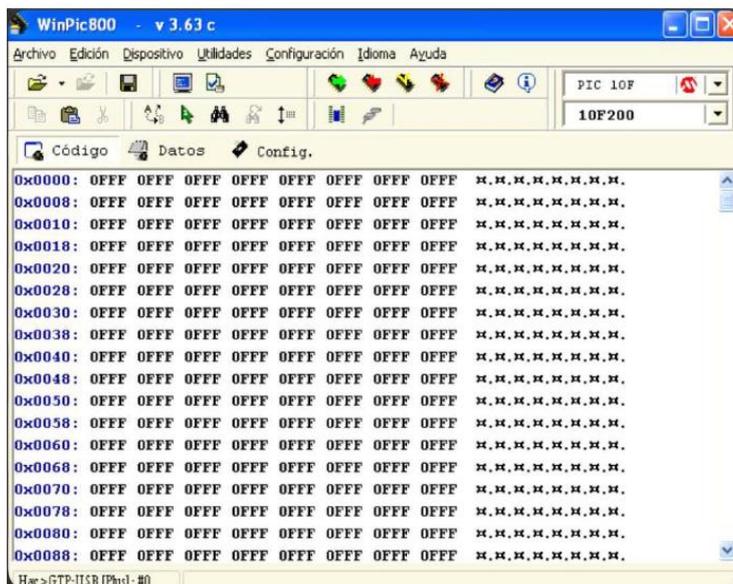


Figura 6 Pantalla Principal WinPic 800

4.2.1. Instalación del Software WinPic 800

Primero descargamos el software WinPic 800 versión 3.64 del sitio web <http://www.winpic800.com/>, en el área de descargas.

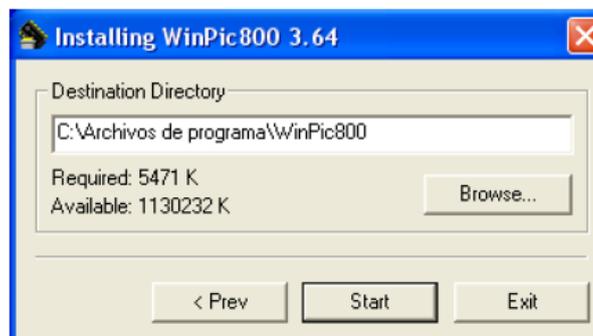
Luego ejecutamos en instalador donde aparecerá la siguiente ventana:



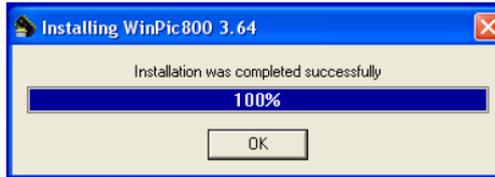
Luego elegimos el idioma del software a instalar y aceptamos presionando Next:



Después elegimos el directorio a instalar en nuestro disco duro y damos Start:



Luego saldrá una ventana donde muestra que la instalación se ha realizado con éxito y presionamos Ok.



Después nos da la opción de crear un acceso directo en el escritorio de Windows y presionamos OK.



A continuación instalaremos el driver o controlador para que exista la comunicación con la interface de programación GTP Plus USB, donde presionamos Next.



Una vez terminada la instalación de controlador presionamos OK y listo operación finalizada con éxito, pues ya aquí podemos conectar nuestro programador GTP Plus USB.



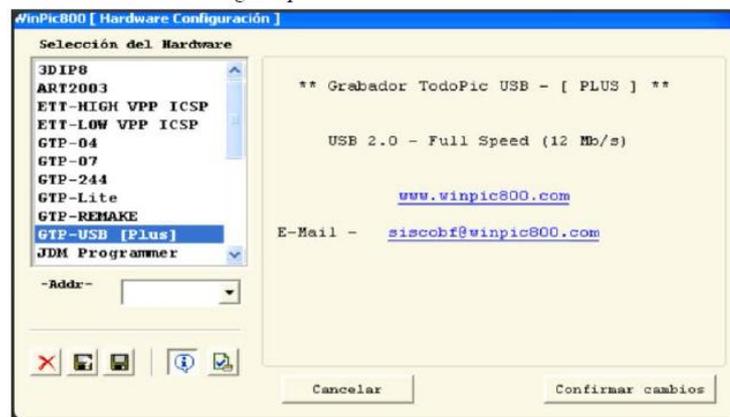
4.2.2. Configurar el GTP Plus USB

La primera vez que ejecutamos WinPic800 debemos configurar el programador GTP Plus USB para comunicar con el USB. En la barra de herramientas pulsa “Configuración” y luego “Hardware”.



Saldrá la ventana “WinPic800 [Hardware Configuración]” en el cual debemos seleccionar en el “Selección del Hardware”, “GTP USB PLUS”.

También se debe tener conectado el cable USB con el programador GTP Plus USB. Cuando acabemos de configurar pulsa “Confirmar cambios”.



4.2.3. Seleccionar dispositivo

Aquí elegimos la gama media de los PIC 16F. Como pueden ver, hay muchas familias que crece con cada versión y en este caso elegimos esta gama para el PIC 16F628A.

| | | |
|-------------|---|-----------|
| PIC 10F |  | |
| PIC 10F |  | MicroChip |
| PIC 12F |  | MicroChip |
| PIC 16F |  | MicroChip |
| PIC 16C |  | MicroChip |
| PIC 18F |  | MicroChip |
| PIC 18FxxJx |  | MicroChip |
| PIC 24F |  | MicroChip |
| PIC 24H |  | MicroChip |
| PIC 32MX |  | MicroChip |
| dsPIC 30F |  | MicroChip |
| dsPIC 33F |  | MicroChip |
| I2C 24C |  | Standard |
| I2C 24xx |  | MicroChip |
| SPI 93xx |  | MicroChip |
| AVR 8-Bit |  | ATMEL |

Después de seleccionar la gama media 16F, elegimos la familia más popular y famoso PIC 16F628A.

Seleccionado el PIC 16F628A

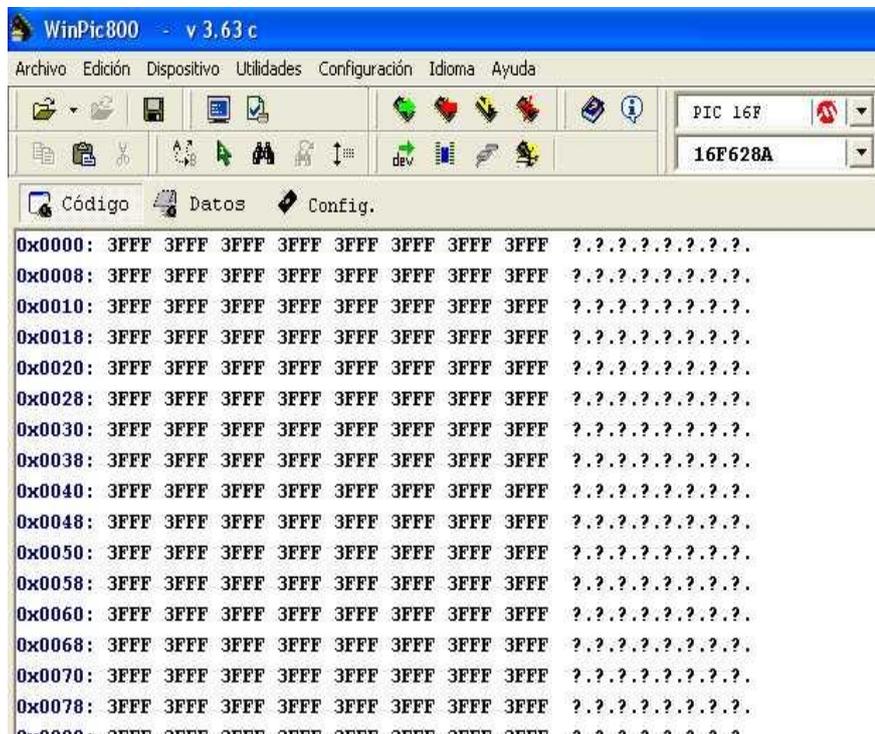
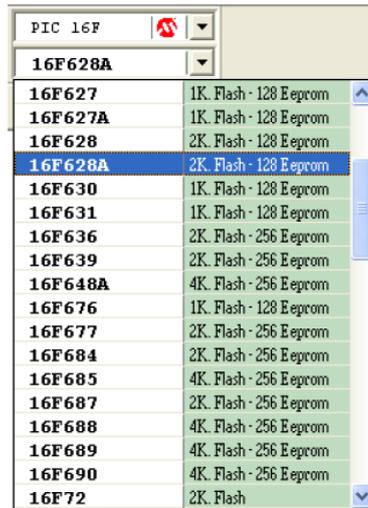


Figura 7. Modo configuración para elegir tipo de oscilador entre otras opciones de configuración de bits e incluso el ID

4.2.4. Configuración

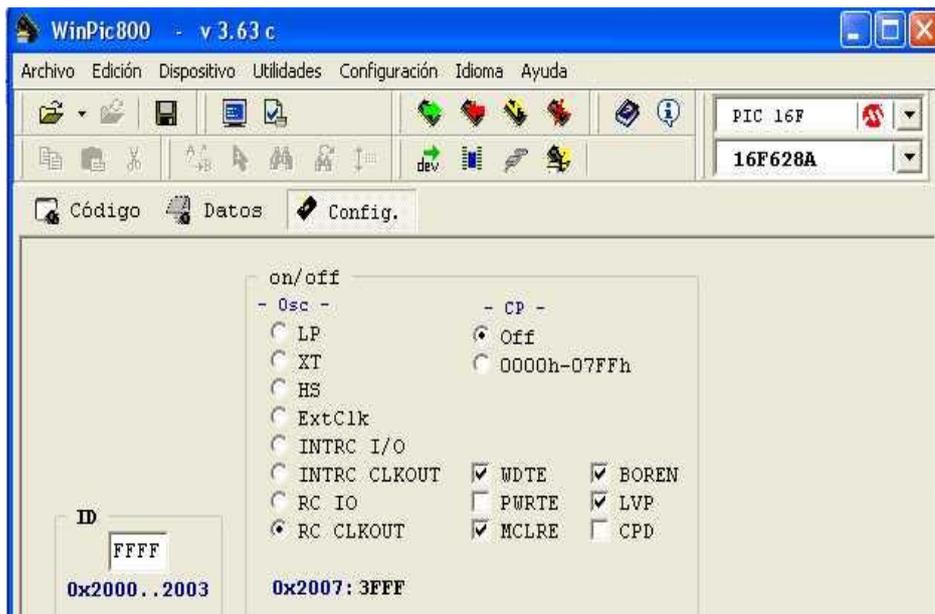


Figura 86. Modo configuración para elegir tipo de oscilador entre otras opciones de configuración de bits e incluso el ID

4.2.4.1. Oscilador

Los PIC16F87X pueden funcionar con 4 modos distintos de oscilador.

El usuario puede programar dos bits de configuración para seleccionar uno de estos 4 modos (Características especiales de los Microcontroladores):

- LP LowPowerCrystal (cristal de cuarzo ó resonador cerámico hasta 200KHz)
- XT Crystal/Resonator (cristal de cuarzo ó resonador cerámico hasta 4MHz)
- HS High SpeedCrystal/Resonator (cristal de cuarzo entre 4MHz y 20MHz)
- RC Resistor/Capacitor (red RC externa hasta 4MHz)

Otros PIC de la familia PIC16 tienen un número mayor de modos para el oscilador y, por tanto, un número mayor de bits para seleccionar. Estos otros modos son (Características especiales de los Microcontroladores):

- EXTRC External Resistor/Capacitor
- EXTRC External Resistor/Capacitor with CLKOUT
- INTRC Internal 4 MHz Resistor/Capacitor
- INTRC Internal 4 MHz Resistor/Capacitor with CLKOUT

Elegir un oscilador LP, XT, HS y RC que el más usado y preciso es el XT (Oscilador de cristal de cuarzo).

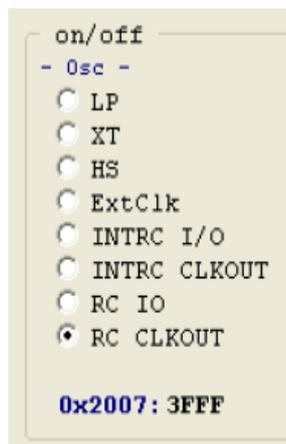


Figura 9. Tipos de osciladores del Microcontrolador Pic 16F628A

4.2.4.2. Bits de configuración

Todos los microcontroladores PIC tienen una posición de memoria denominada palabra de configuración (posición 0x2007), en la que cada bit tiene un significado y configura las características especiales (Características especiales de los Microcontroladores).

Los bits de configuración pueden ser programados (puestos a 0) o dejados sin programar (quedan a 1, estado que tienen cuando están “limpios”), con objeto de seleccionar varias configuraciones del microcontrolador: tipo de oscilador, protección o no del programa, uso ó no del watchdog, etc (Características especiales de los Microcontroladores).

El valor no programado de la palabra de configuración es 0x3FFF (todo “1”). Al estar los bits de configuración en la posición 0x2007 de la memoria de programa (fuera del espacio de memoria de programa de usuario) es únicamente accesible durante la programación del micro y no durante la ejecución de un programa (Características especiales de los Microcontroladores).

Por tanto es especialmente importante cargar correctamente esos bits durante la programación para conseguir que el microcontrolador pueda funcionar luego en su estado de ejecución normal (Características especiales de los Microcontroladores).

En los bits de configuración podemos seleccionar varias configuraciones para el PIC16F628A.

- WDT: (WatchdogTimer).
- PWRT (Power-up Timer).

- CP (CodeProtect). Protección del código del programa.
- CP (CodeProtect). Protección del código del programa.
- BOREN: Brown-out Reset Enable
- PWRTTE: Power-up Timer Enable



Figura 10. Bits de configuración del Microcontrolador Pic 16F628A.

4.2.5. Cargar el archivo .hex al programador.

Vamos a cargar un archivo .hex al programador WinPic800 para prepararlo a cargar en el grabador GTP Plus USB.



Figura 11. Botón Abrir para cargar programa a grabar en Microcontrolador Pic 16F628A.

4.2.5.1. Cargado el archivo .hex

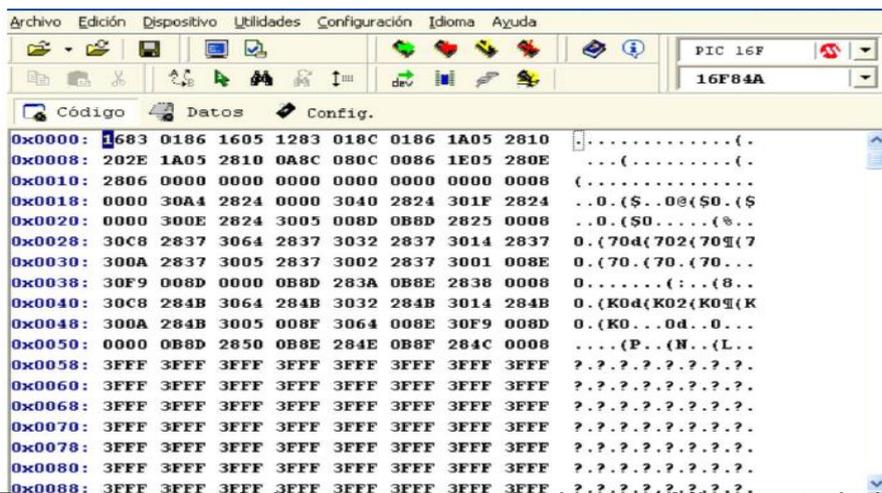
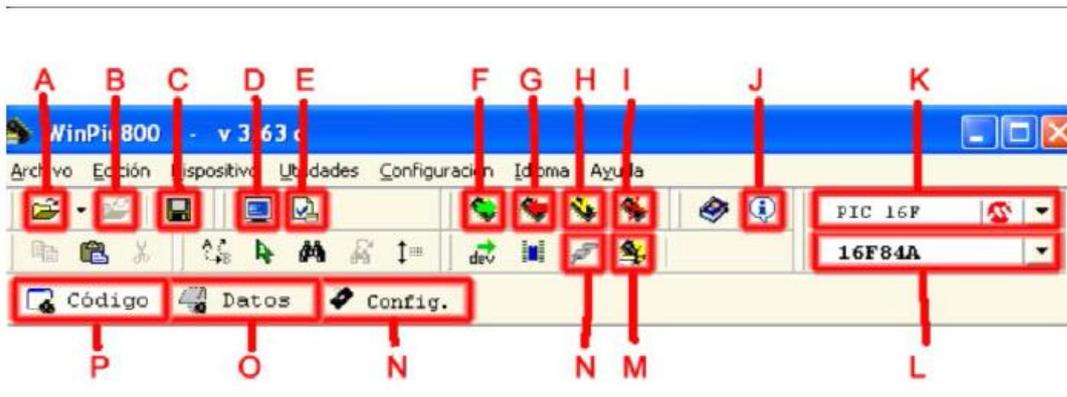


Figura 12. Programa cargado listo para ser grabado en el Microcontrolador Pic 16F628A.

4.2.6. Funciones principales del WinPic800

En este manual sólo vamos a explicar las funciones más utilizadas.



Funciones principales del WinPic 800

- a) Abrir archivos .hex. Si pulsa la flecha aparecen los archivos recientes.
- b) Actualizar archivo.
- c) Guardar archivo .hex en caso de ser recuperado del PIC.
- d) Configuración y opciones generales del Software.
- d) Configuración y opciones del Hardware.
- f) Lee el contenido del PIC conectado al TE20x.
- g) Programa los datos al PIC por el TE20x.
- h) Verifica los datos comparando los datos .hex que hay cargados en la ventana del WinPic800 con lo que hay en el PIC16F84A que nos indica el resultado.
- i) Borra el contenido del programa del PIC.
- j) Información y características del dispositivo seleccionado.

4.2.6.2. Test Hardware

En la barra de herramientas, pulsa “Dispositivo”, “Test Hardware”. También puedes pulsar el icono directamente de la barra o simplemente pulsando “Control + T” y comprobarás si el GTP Plus USB está conectado.

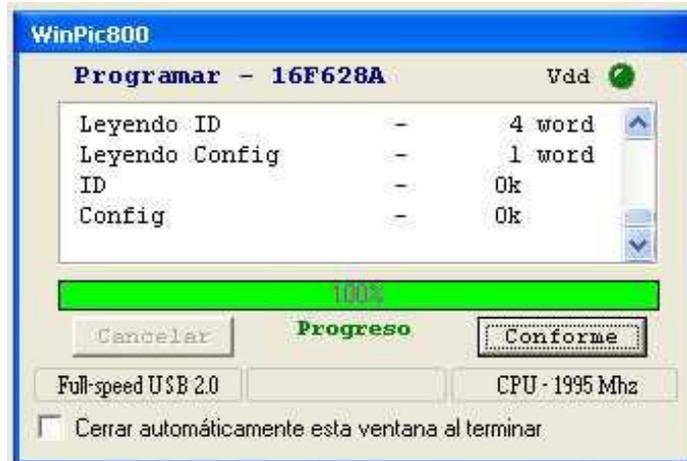


Figura 14. Ventana del proceso de Test del Hardware conectado al WinPic 800

4.2.6.3. Detectar dispositivo

En la barra de herramientas, pulsa “Dispositivo”, “Detectar dispositivo”. También puedes pulsar el icono directamente de la barra o simplemente pulsando “Control + D” y comprobarás que detecta el 16F628A.



Figura 15. Ventana del proceso Detección del Dispositivo microcontrolador a programar.

4.2.6.4. Programar el PIC

En la barra de herramientas, pulsa “Dispositivo”, “Programar Todo”. También puedes pulsar el icono directamente de la barra o simplemente pulsando

“Control + P” y comprobarás el resultado de la operación.



Figura 16. Ventana del proceso Programando el microcontrolador del WinPic 800.

En la barra de herramientas, pulsa “Dispositivo”, “Programar Todo”. También puedes pulsar el icono directamente de la barra o simplemente pulsando “Control + V”.



Figura 17. Ventana del proceso Verificando la programación del PIC 16F628A.

4.2.6.5. Error

Si el PIC está protegido o está activado la configuración bits con CP (CodeProtect), los datos grabados no se pueden leer, con lo cual, muestra un mensaje de error.



Error de Código de Protección (CP) al leer un Microcontrolador PIC 16F628A
Si está protegido con CP, los datos se leen como ceros.

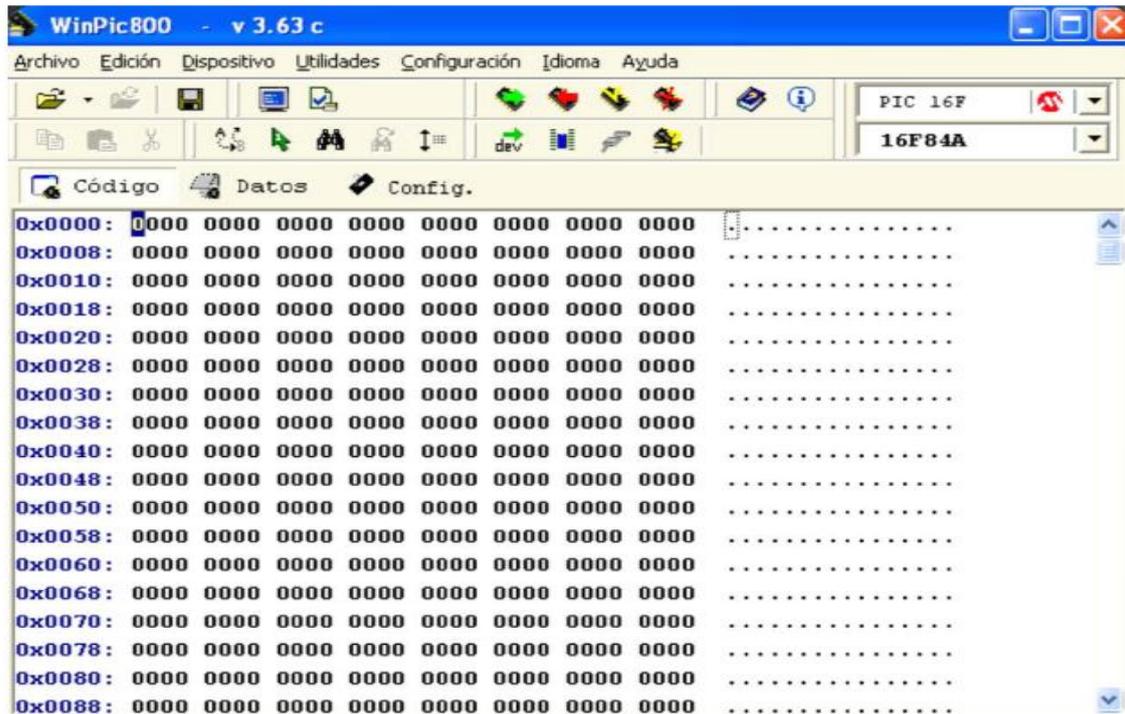


Figura 18. Datos leídos de un Microcontrolador Pic 16F628A con código de protección.

Dis-Assembly y Enumeración Conversor



Utilidades del WinPic 800.

Dis-assembly

Dis-assembly o desamblador es una utilidad muy bien si tienes sólo el archivo fuente .hex y quieres ver el código fuente para entenderlo y/o modificarlo.

| Line | Address | Opcode |
|------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 0x0000 : 0x1683 | bsf 0x03 , 5 |
| 2 | 0x0001 : 0x0186 | clrf 0x06 |
| 3 | 0x0002 : 0x1605 | bsf 0x05 , 4 |
| 4 | 0x0003 : 0x1283 | bcf 0x03 , 5 |
| 5 | 0x0004 : 0x018C | clrf 0x0C |
| 6 | 0x0005 : 0x0186 | clrf 0x06 |
| 7 | 0x0006 : 0x1A05 | btfsc 0x05 , 4 |
| 8 | 0x0007 : 0x2810 | goto 0x10 |
| 9 | 0x0008 : 0x202E | call 0x2E |
| 10 | 0x0009 : 0x1A05 | btfsc 0x05 , 4 |
| 11 | 0x000A : 0x2810 | goto 0x10 |
| 12 | 0x000B : 0x0A8C | incf 0x0C , F |
| 13 | 0x000C : 0x080C | movf 0x0C , W |
| 14 | 0x000D : 0x0086 | movwf 0x06 |
| 15 | 0x000E : 0x1E05 | btfss 0x05 , 4 |

Figura 19. Herramienta Conversora del archivo .hex a assembler del WinPic 800.

2.3. Marco referencial

El sistema synkro es una aplicación diseñada y desarrollada para facilitar el control y la vigilancia de ruidos. Permite a la Administración Pública conocer de manera sencilla e intuitiva el nivel de ruido existente en tiempo real en una determinada ubicación o local público, verificar la correcta instalación y funcionamiento de los limitadores de sonido y actuar rápidamente sobre un posible problema una vez sea detectado (dBelectronics).

Gracias a este sistema, a través de Internet y en cualquier instante se pueden conocer los parámetros sonoros que dan cuenta del estado acústico del local con sus correspondientes estadísticas. Los parámetros visualizados en el momento de la conexión son los existentes en ese mismo instante en el emplazamiento donde se encuentra ubicado el limitador de sonido. La actualización de la información en el servidor se produce al instante, permitiendo varios tipos de visualización de la misma que facilitan su interpretación (dBelectronics).

Los datos recibidos de cada equipo son alojados en un servidor de alta seguridad y con mantenimiento las 24 h del día, pudiendo descargarse en diferentes formatos y en cualquier lugar con tan solo disponer de una conexión a Internet. Un sistema de alertas totalmente configurable avisa por diferentes medios de los posibles problemas existentes (dBelectronics).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Métodos y técnicas utilizados en la investigación

3.1.1. Método Inductivo

En el presente trabajo de investigación se hizo uso del método inductivo. Básicamente éste método se basa en la observación y análisis de casos particulares y busca generalizar ciertos hechos de estos casos; es decir, que sea general para todos los casos dándose así un conocimiento general. Se trabaja bajo el siguiente esquema.



El método inductivo se basa en tres principios de operación:

| Principio | Descripción |
|-------------------|---------------------------|
| La Observación | Descubrir lo existente. |
| La Interpretación | Determinar su significado |
| La Aplicación | Apropiar los resultados. |

Tabla 6. Principios del método inductivo

3.2. Tipos de investigación

El diseño cuasi experimental es el que se usó para la comprobación de la hipótesis debido a que en este tipo de diseño de investigación experimental los sujetos o grupos de sujetos de estudio no están asignados aleatoriamente. Los diseños cuasi-experimentales incluyen la comparación de los grupos de tratamiento y control como en las pruebas aleatorias. Para el caso particular de éste trabajo se planteó un grupo de tratamiento que sirvió como su propio control; es decir, se confronta el “antes” con el “después” (Ramírez Helena, 1999). Los diseños cuasi experimentales tiene las siguientes ventajas:

- Da una aproximación al experimento aleatorio
- Los cuasi-experimentos pueden usarse para medir resultados a nivel poblacional (Ramírez Helena, 1999).
- Cuando se diseñan, controlan y analizan apropiadamente, los cuasi-experimentos pueden ofrecer una evidencia muy fuerte.

Sin embargo, existen desventajas en este método entre las que se puede mencionar: El diseño de grupo control no equivalente está sujeto a los mismos supuestos generales y limitaciones que las pruebas aleatorias; el cuasi-experimento es más vulnerable a los sesgos de selección; sensible al uso de modelos estadísticos apropiados y al tratamiento correcto de los problemas de estimación estadística (Ramírez Helena, 1999).

3.3. Técnicas de investigación

Es un procedimiento empírico por excelencia, el más primitivo y a la vez el más usado. Permite establecer una relación concreta e intensiva entre el investigador y el hecho de los que se obtienen datos para ser analizados. La observación es un proceso cuya función primera e inmediata es recoger información sobre el hecho que se toma en consideración. Esta recogida implica una actividad de codificación: la información bruta seleccionada se traduce mediante un código para ser transmitida a alguien. En los contextos experimentales, la observación conlleva alternativamente varias significaciones más específicas, derivadas de su primer sentido (la observación considerada como un proceso) (Fabbri María Soledad).

En nuestro caso en particular lo que estuvo en observación es el tiempo en que se tardó en restablecer el ambiente adecuado, establecido en rangos de decibeles, en las salas de consulta de la biblioteca.

3.4. Diseño experimental

Un experimento es una situación simulada, en la que el investigador manipula conscientemente las condiciones de una o de diversas situaciones precedentes

(variable independiente) para comprobar los efectos que causa dicha variable en otra situación consiguiente (variable dependiente). Para el presente estudio se establece el diseño cuasi-experimental para la demostración de la hipótesis. El modelo escogido es el de un solo grupo con pre-prueba y post-prueba (Plaza Alarcon, 2014).

| Grupo | Asignación | Pre Prueba | Tratamiento | Pos Prueba |
|-------------------------------|-------------------|--|--------------------------------------|--|
| <i>G</i> | <i>N/A</i> | <i>O</i>₁ | <i>X</i> | <i>O</i>₂ |
| Personal de Biblioteca | | Personal de Biblioteca actuando sobre los niveles de ruido para alcanzar un óptimo ambiente sin el sistema | Sistema de detección de ruido | Personal de Biblioteca actuando sobre los niveles de ruido para alcanzar un óptimo ambiente con el sistema |

Tabla 7. Tabla de toma de para pre prueba y pos prueba

3.5. Población y muestra

De acuerdo a lo planteado y al método estadístico (T-Student) a utilizar se harán veinte pruebas. Es decir, veinte observaciones dentro del ambiente de la pre prueba (sin tratamiento) y en igual número en la post pruebas (aplicando el tratamiento)

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE RUIDO

4.2.7. Diagrama de bloques del circuito control de ruido

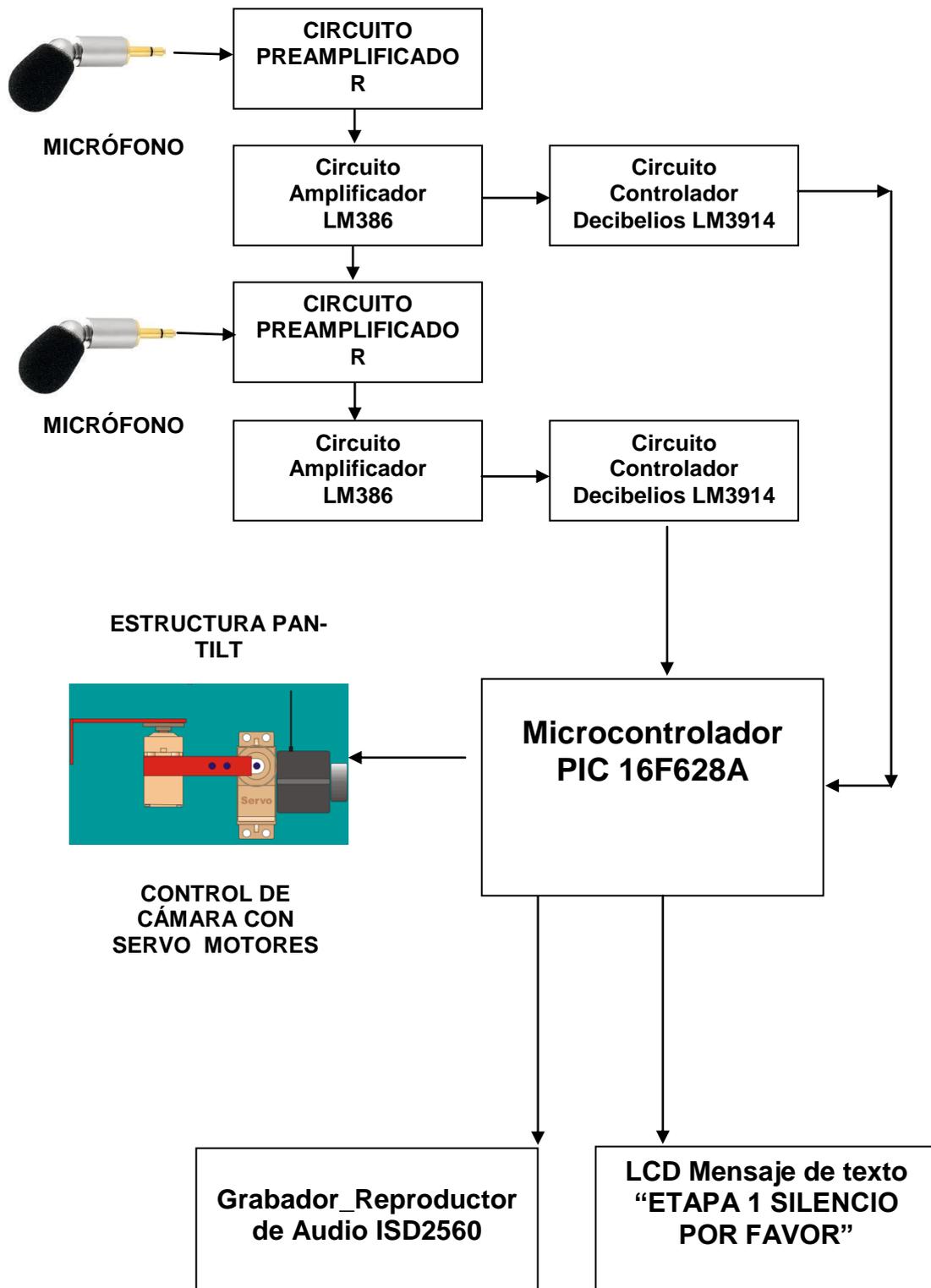


Figura 20. Figura de diagrama de bloque del circuito

El sistema comienza con la captura de sonido del ambiente mediante un micrófono el mismo que está conectado a un circuito pre-amplificador de audio realizado con transistor 2N3904.



Luego de tener la señal de audio pre-amplificada esta será ya amplificada utilizando un semiconductor circuito integrado amplificador operacional LM386 el mismo que tiene un potenciómetro logarítmico para controlar la ganancia del circuito y a su vez su amplitud de amplificación, cabe recalcar que esta etapa tiene una red zobel que está conformada por el capacitor de 47nF y la resistencia de 10 ohm la misma que añade estabilidad frente a la inductancia que presenta el circuito siguiente.

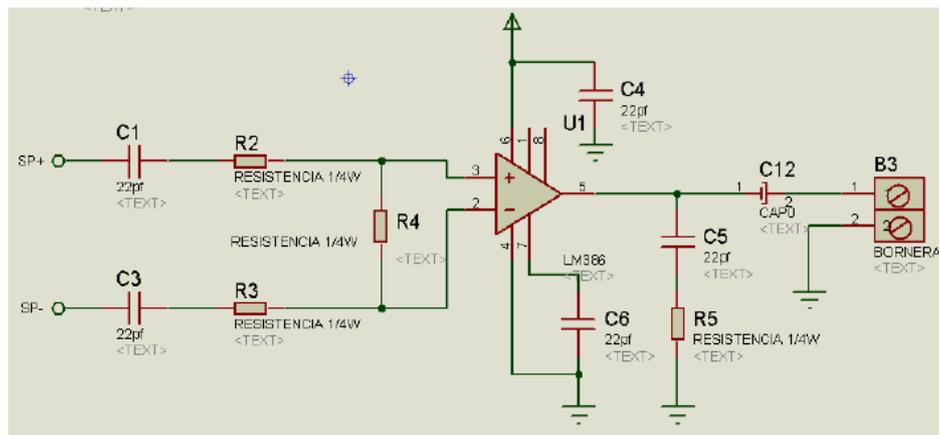


Figura 21. Circuito de señal de audio pre-amplificada

Esta señal ya amplificada es ingresada a un circuito integrado driver de decibelios LM3914, el mismo que mide el tipo de señal censada en su entrada y la convierte en señal lumínica como un vúmetro.

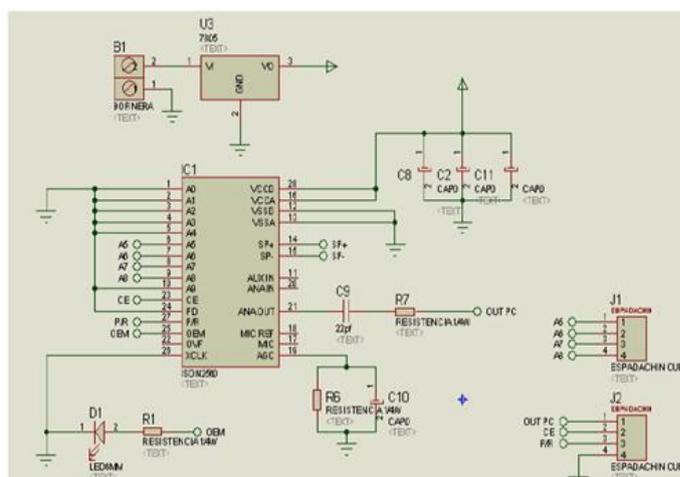


Figura 22 Señal amplificada que ingresa al driver

Mediante ensayo y error se determinó que en el pin 17 del IC LM3914 es la salida que deberíamos obtener la señal para nuestro propósito, cabe recalcar que esta señal es invertida, es decir, las señales siempre se encuentran en estado de alto y cuando existe algún cambio esta salida se coloca en estado de bajo.

Por aquello tuve que realizar un acople electrónico con un transistor 2N3906 para obtener una señal óptima que debe ingresar al microcontrolador PIC16F870.

Como son 2 etapas a controlar el audio, lo descrito anteriormente funcionaria de la misma manera en la etapa 1 como en la etapa 2.

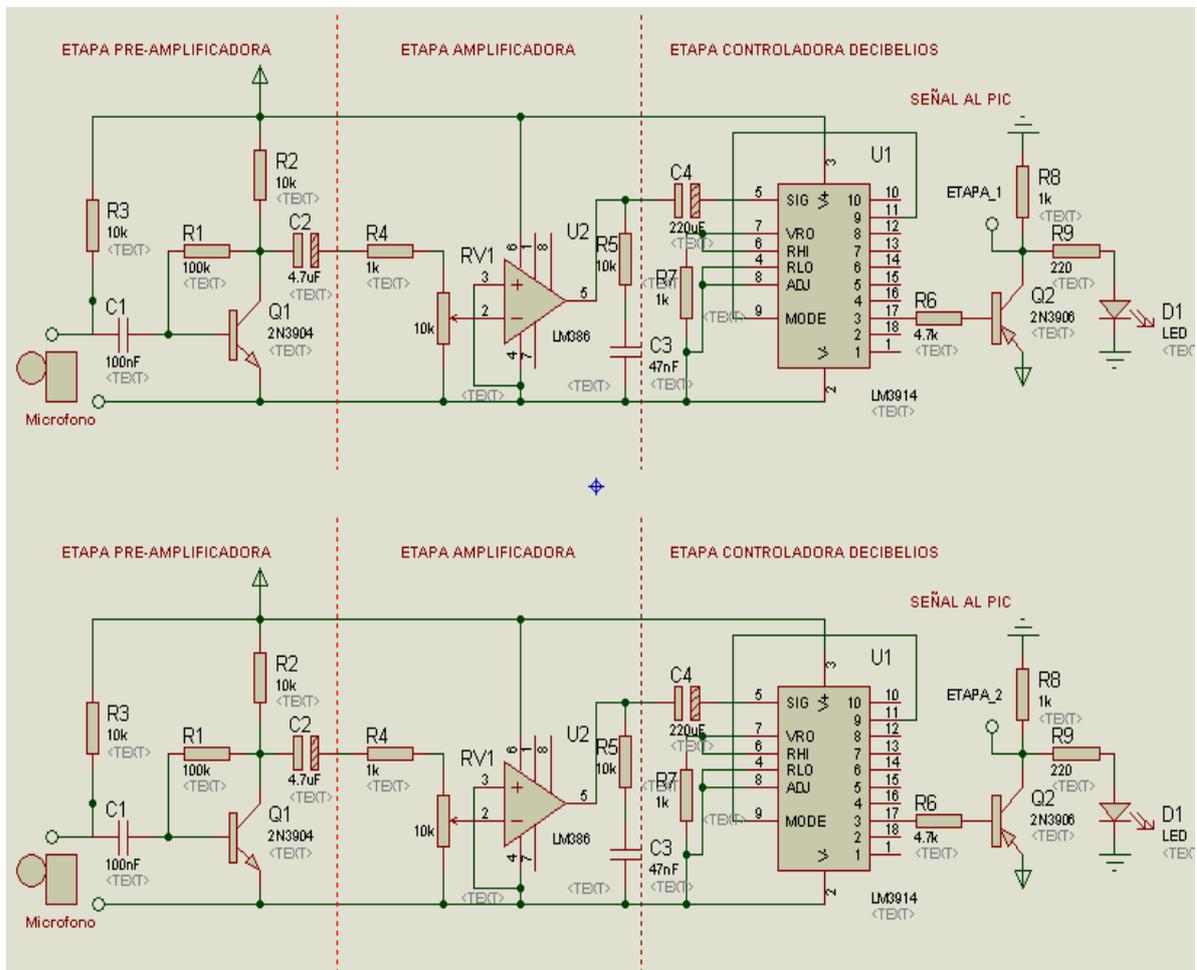


Figura 23 Etapa de audio amplificada

En el microcontrolador PIC16F870 una vez que detecta una de estas 2 señales ETAPA_1 o ETAPA_2 en sus respectivos pines el sistema activa mensajes de texto en un LCD de backlight azul de 16*2 líneas mostrando mensajes como “ETAPA 1 SILENCIO POR FAVOR” o “ETAPA 2 SILENCIO POR FAVOR”.

Al mismo tiempo que tenemos los mensajes de texto en el LCD también tenemos mensajes audibles mediante la etapa grabadora – reproductora de audio, los mismos que fueron previamente grabados en la PC en formato wav y luego grabados en el IC ISDN2560.

Las señales que comanda al circuito grabador reproductor de audio son AUDIO_ETAPA_1 y AUDIO_ETAPA_2 como también PLAY en los pines del microcontrolador, ya que como tenemos 2 mensajes previamente grabados debemos de realizar la conmutación de cada uno de estos en los pines.

AUDIO_ETAPA_1 y AUDIO_ETAPA_12.

Luego de tener estas señales desde el PIC hacia el ISD2560 el circuito grabador reproductor emite una señal de audio con el mensaje audible por las salidas SP+ y SP- la misma que es amplificada con un circuito amplificador de pequeña potencia mediante el IC LM386 para luego con una red zobel de acople de impedancia entregar la señal de salida hacia el parlante de 16 ohmios 4 watos.

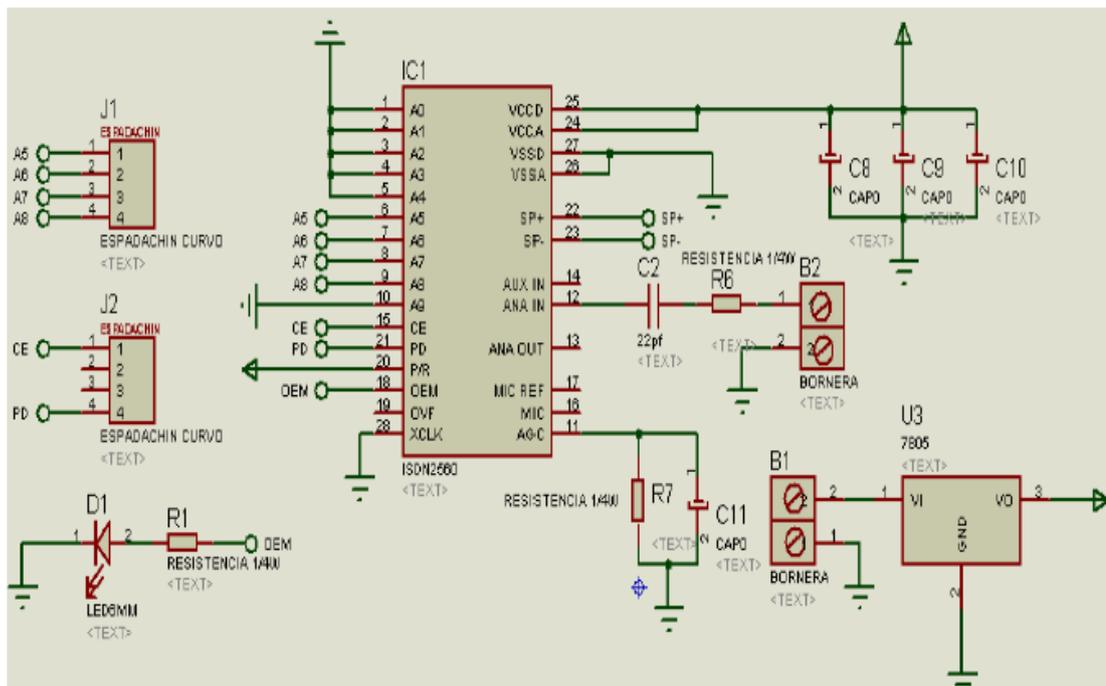


Figura 24 Conexión de LCD de backlight azul de 16*2 líneas

También tenemos una estructura de aluminio la misma que fue construida para realizar el movimiento de 2 servo motores en el eje vertical y horizontal, esta estructura tendrá una cámara VGA inalámbrica que emitirá señal de video hacia un receptor para luego este transmitir hacia un monitor la etapa censada con un mayor decibelio. ¹

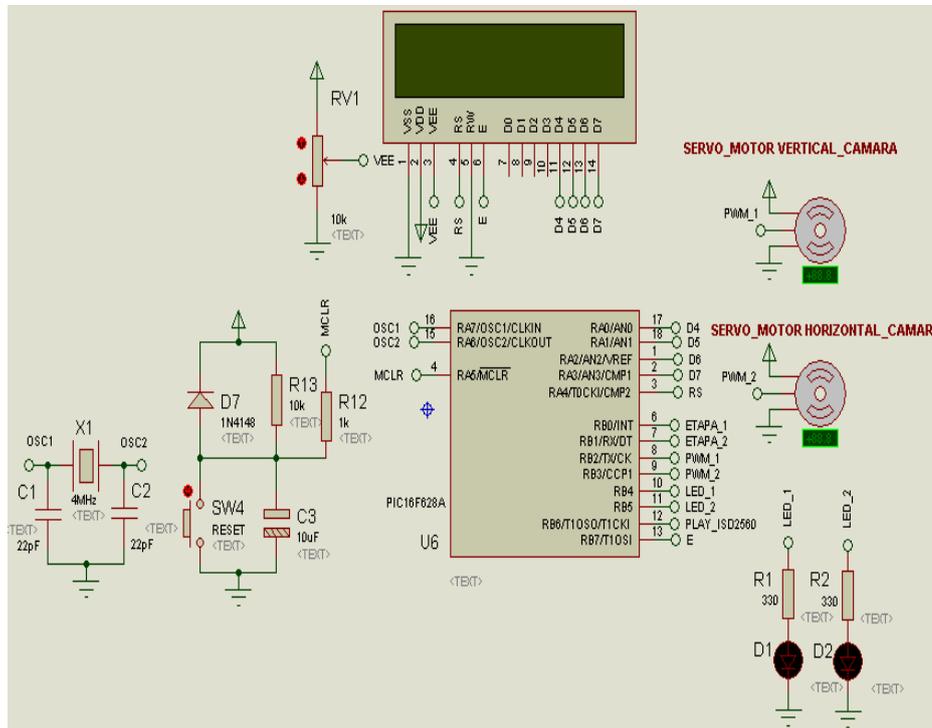


Figura 25 Diagrama de conexión de LCD y servo motores

¹ <http://www.x-robotics.com/montaje.htm>

Articulación de giro PAN/TILT

Descripción: El siguiente montaje es una articulación capaz de mover una mini cámara sobre 2 ejes. Esta está ideada en base a 2 micro servos y la parte mecánica es de muy fácil realización. El montaje tiene una longitud total de unos 8cm (aunque puede acortarse aún más), y es capaz de apuntar una micro cámara 180° en el plano horizontal y 90° en el vertical (Articulación de giro PAN/TILT).



Figura 26 Estructura de Aluminio que contiene 2 servo motores y cámara

Fabricación: La fabricación es muy sencilla de realizar tal como puede verse en los siguientes dibujos. Vista frontal y lateral, respectivamente (Articulación de giro PAN/TILT).

La articulación se fijará al cuerpo del robot por medio de un ángulo o cualquier otro perfil adecuado para el libre movimiento del primer servo que será el encargado de mover el conjunto en el plano horizontal con una libertad de movimiento de 90° a un lado y a otro formando un radio de acción total de 180°. El plato de este servo ira atornillado directamente al ángulo de sujeción principal con lo cual el servo quedara en el aire y al girar se moverá sobre sí mismo (Articulación de giro PAN/TILT).

A un costado de este servo y aprovechando su aleta perforada de sujeción, atornillaremos un pequeño tubito con el propósito de prolongar hacia adelante un soporte para el segundo servo que será el encargado de mover la micro cámara adosada a su cuerpo en el plano vertical consiguiendo un mayor o menor ángulo de movimiento según dispongamos este servo más cerca o más lejos del servo de movimiento horizontal, evitando así que colisionen entre ellos, en el montaje de las fotos se consigue un ángulo de unos 90° suficiente para casi cualquier aplicación (Articulación de giro PAN/TILT).

El segundo servo ira colgando en el aire y usaremos la palanca del eje de salida del servo para sujetarse al tubito prolongador que viene del primero. El tubito que he usado es un perfil de aluminio de 8mm que se usa en los vidrios de cámara (climalit) y es muy ligero aunque puede usarse cualquier perfil que cumpla los requisitos (Articulación de giro PAN/TILT).

Por último la micro cámara se fijara con cinta adhesiva de doble cara al costado del último servo por el lado externo de este (Articulación de giro PAN/TILT).

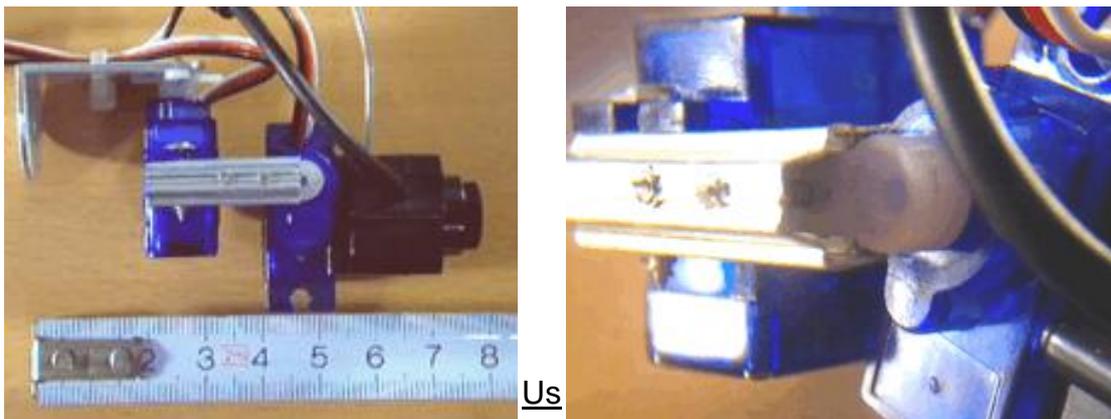


Figura 27 Parte posterior de la estructura de aluminio

Uso²: Este montaje puede usarse con cualquier sensor que necesite de un desplazamiento angular sobre 2 ejes (Articulación de giro PAN/TILT).

Estos motores se manejan desde el PIC mediante las señales PWM_1 y PWM_2 utilizando el concepto de modulación por ancho de pulso con las instrucciones PULSOUT de MicroCode Studio donde realizamos el movimiento tanto de izquierda a derecha y también de forma vertical.

² <http://www.x-robotics.com/montaje.htm>

Código de programación de PIC Microcontrolador 16F870

```
Define LCD_DREG PORTC ;bit de datos del LCD empezando
Define LCD_DBIT 0 ;por C.0 ,C.1, C.2 y C.3
Define LCD_RSREG PORTC ;bit de registro del LCD conectar
Define LCD_RSBIT 5 ;en el puerto C.5
Define LCD_EREG PORTC ;bit de Enable conectar en el
Define LCD_EBIT 4 ;puerto C.4
```

```
TRISB=%11000000 ;puerto b7 y b6 entrada
```

```
TRISC=%00000000 ;puerto C como salidas
```

```
TEMP var byte
```

```
FREQ var byte
```

```
LAZO_1 var byte
```

```
T var byte
```

```
PWM_1 var byte
```

```
PWM_2 var byte
```

```
PORTB=0
```

```
FREQ=16
```

```
INICIO:
```

```
    PWM_1=120 ;incializacion de servomotores en posicion central
```

```
    PWM_2=250 ;incializacion de servomotores en posicion central
```

```
GOSUB SERVO
```

```
INICIO_2:
```

```
    if portb.7=1 then ETAPA_1
```

```
    if portb.6=1 then ETAPA_2
```

```
goto INICIO_2
```

```
ETAPA_1:
```

```
    Lcdout $fe,1,"ETAPA 1 SILENCIO" ;limpiar LCD y sacar texto
```

```

HIGH portb.1           ;play ISDN2560
high portc.7           ;señal de mensaje etapa 1
PWM_1=175              ;posicion de movimiento horizontal
PWM_2=80               ;posicion de movimiento vertical
HIGH portb.3           ;indicador de posicion correcta
GOSUB SERVO
GOTO INICIO_2

```

ETAPA_2:

```

  Lcdout $fe,1,"ETAPA 2 SILENCIO" ;limpiar LCD y sacar texto
  HIGH portb.1           ;play ISDN2560
  high portc.6           ;señal de mensaje etapa 2
  PWM_1=80               ;posicion de movimiento horizontal
  PWM_2=150              ;posicion de movimiento vertical
  HIGH portb.2           ;indicador de posicion correcta
GOSUB SERVO
GOTO INICIO_2

```

SERVO:

```

  FOR TEMP=1 TO 4
    pulsout PORTB.5,PWM_1
    PULSOUT PORTB.4,PWM_2
    PAUSE FREQ
  NEXT
RETURN

```

Cabe mencionar que toda la tarjeta se le implemento en baquelita perforada y se utilizaron borneras para la parte de alimentación como también espadines para las señales a enviar.

CAPÍTULO V
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5. Metodología de comprobación de hipótesis

Un experimento es una situación simulada, en la que el investigador manipula conscientemente las condiciones de una o de diversas situaciones precedentes (variable independiente) para comprobar los efectos que causa dicha variable en otra situación consiguiente (variable dependiente). Para el presente estudio se establece el diseño cuasi-experimental para la demostración de la hipótesis. El modelo escogido es el de un solo grupo con pre-prueba y post-prueba.

| Grupo | Asignación | Pre Prueba | Tratamiento | Pos Prueba |
|-------------------------------|------------|--|--------------------------------------|--|
| G | N/A | O₁ | X | O₂ |
| Personal de Biblioteca | | Personal de Biblioteca actuando sobre los niveles de ruido para alcanzar un óptimo ambiente sin el sistema | Sistema de detección de ruido | Personal de Biblioteca actuando sobre los niveles de ruido para alcanzar un óptimo ambiente con el sistema |

Tabla 8. Toma de datos para pre-prueba y pos-prueba

5.1. Método de comprobación de hipótesis

La prueba estadística T-Student para muestras dependientes es la que se utilizó para la comprobación de hipótesis, ésta prueba es una extensión de la que se utiliza para muestras independientes. Los requisitos que deben cumplirse son los mismos excepto la independencia de las muestras, esta prueba exige dependencia y existen dos momentos uno antes y otro después esto conlleva a que en el primer período, las observaciones servirán de control o testigo, para saber los cambios que se originen después de aplicar una variable experimental (Plaza Alarcon, 2014).

Aplicando la prueba t-student se hace una comparación de las medias y las desviaciones estándar de grupo de datos y se establece si entre esos parámetros las diferencias son estadísticamente significativas o si sólo son diferencias aleatorias (Prueba T de Student para datos relacionados (muestras dependientes)).

Este procedimiento se define por medio de la siguiente fórmula (Prueba T de Student para datos relacionados (muestras dependientes)):

| | |
|---|---|
| $t = \frac{\bar{d}}{\frac{\alpha d}{\sqrt{n}}}$ | <p>Dónde:</p> <p>t = valor estadístico del procedimiento.</p> <p>\bar{d} = Valor promedio o media aritmética de las diferencias entre los momentos antes y después.</p> <p>αd = desviación estándar de las diferencias entre los momentos antes y después.</p> <p>n = tamaño de la muestra.</p> |
|---|---|

La media aritmética de las diferencias se obtiene de la manera siguiente (Prueba T de Student para datos relacionados (muestras dependientes)):

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n}$$

La desviación estándar de las diferencias se logra como sigue (Prueba T de Student para datos relacionados (muestras dependientes)):

$$\alpha d = \sqrt{\frac{\sum (d - \bar{d})^2}{n - 1}}$$

Pasos a seguir para el Cálculo de T-Student (Plaza Alarcon, 2014)

1. Ordenar los datos en función de los momentos antes y después, y obtener las diferencias entre ambos.

Datos tomados para la ejecución de la prueba T-Student

| | A | B | C | D | E |
|----|---|------------|------------|-------------------------------|---|
| 1 | | | | | |
| 2 | | pre | pos | diferencia entre ambos | |
| 3 | | 169 | 120 | 49 | |
| 4 | | 150 | 130 | 20 | |
| 5 | | 165 | 125 | 40 | |
| 6 | | 155 | 122 | 33 | |
| 7 | | 145 | 126 | 19 | |
| 8 | | 152 | 128 | 24 | |
| 9 | | 149 | 131 | 18 | |
| 10 | | 158 | 120 | 38 | |
| 11 | | 166 | 122 | 44 | |
| 12 | | 167 | 125 | 42 | |
| 13 | | | | | |

2. Calcular la media aritmética de las diferencias (\bar{d}).³

| | A | B | C | D | E |
|----|---|------------|------------|-------------------------------|---|
| 1 | | | | | |
| 2 | | pre | pos | diferencia entre ambos | |
| 3 | | 169 | 120 | 49 | |
| 4 | | 150 | 130 | 20 | |
| 5 | | 165 | 125 | 40 | |
| 6 | | 155 | 122 | 33 | |
| 7 | | 145 | 126 | 19 | |
| 8 | | 152 | 128 | 24 | |
| 9 | | 149 | 131 | 18 | |
| 10 | | 158 | 120 | 38 | |
| 11 | | 166 | 122 | 44 | |
| 12 | | 167 | 125 | 42 | |
| 13 | | | Promedio | 32,7 | |
| 14 | | | | | |

3. Calcular la desviación estándar de las diferencias (σ_d).

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---|------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------|----|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | pre | pos | diferencia entre ambos | (diferencias-media)^2 | n | 10 |
| 3 | | 169 | 120 | 49 | 265,69 | grado de libertad | 9 |
| 4 | | 150 | 130 | 20 | 400,00 | | |
| 5 | | 165 | 125 | 40 | 1600,00 | | |
| 6 | | 155 | 122 | 33 | 1089,00 | | |
| 7 | | 145 | 126 | 19 | 361,00 | | |
| 8 | | 152 | 128 | 24 | 576,00 | | |
| 9 | | 149 | 131 | 18 | 324,00 | | |
| 10 | | 158 | 120 | 38 | 1444,00 | | |
| 11 | | 166 | 122 | 44 | 1936,00 | | |
| 12 | | 167 | 125 | 42 | 1764,00 | | |
| 13 | | | Promedio | 32,7 | 1069,29 | | |
| 14 | | | Sumatoria | | 10828,98 | | |
| 15 | | | Varianza | | 440373,14 | | |
| 16 | | | Desviacion estandar | | 663,61 | | |
| 17 | | | | | | | |

4. Calcular el valor de t por medio de la ecuación.

³ <http://es.slideshare.net/niko54-sagitario/prueba-t-de-student-para-datos-relacionados>

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|-----|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|---|-------------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | pre | pos | diferencia entre ambos | (diferencias-media)^2 | n | | 10 |
| 3 | | 169 | 120 | 49 | 265,69 | grado de libertad | | 9 |
| 4 | | 150 | 130 | 20 | 400,00 | valor de t | | 8,947438229 |
| 5 | | 165 | 125 | 40 | 1600,00 | | | |
| 6 | | 155 | 122 | 33 | 1089,00 | | | |
| 7 | | 145 | 126 | 19 | 361,00 | | | |
| 8 | | 152 | 128 | 24 | 576,00 | | | |
| 9 | | 149 | 131 | 18 | 324,00 | | | |
| 10 | | 158 | 120 | 38 | 1444,00 | | | |
| 11 | | 166 | 122 | 44 | 1936,00 | | | |
| 12 | | 167 | 125 | 42 | 1764,00 | | | |
| 13 | | | Promedio | 32,7 | | | | |
| 14 | | | Sumatoria | | 9759,69 | | | |
| 15 | | | Varianza | | 440373,14 | | | |
| 16 | | | Desviacion estandar | | 663,61 | | | |
| 17 | | | | | | | | |

5. Calcular los grados de libertad (gl) $gl = N - 1$.
6. Comparar el valor de t calculado con respecto a grados de libertad en la tabla respectiva, a fin de obtener la probabilidad.

Buscamos en la tabla de t-Student el valor crítico con 0.05 de error y 9 grados de libertad es valor critico es: 1.83

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|-----|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|---|-------------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | pre | pos | diferencia entre ambos | (diferencias-media)^2 | n | | 10 |
| 3 | | 169 | 120 | 49 | 265,69 | grado de libertad | | 9 |
| 4 | | 150 | 130 | 20 | 400,00 | valor de t | | 8,947438229 |
| 5 | | 165 | 125 | 40 | 1600,00 | valor critico t Student | | 1,833112933 |
| 6 | | 155 | 122 | 33 | 1089,00 | | | |
| 7 | | 145 | 126 | 19 | 361,00 | | | |
| 8 | | 152 | 128 | 24 | 576,00 | | | |
| 9 | | 149 | 131 | 18 | 324,00 | | | |
| 10 | | 158 | 120 | 38 | 1444,00 | | | |
| 11 | | 166 | 122 | 44 | 1936,00 | | | |
| 12 | | 167 | 125 | 42 | 1764,00 | | | |
| 13 | | | Promedio | 32,7 | | | | |
| 14 | | | Sumatoria | | 9759,69 | | | |
| 15 | | | Varianza | | 440373,14 | | | |
| 16 | | | Desviacion estandar | | 663,61 | | | |
| 17 | | | | | | | | |

Decidir si se acepta o rechaza la hipótesis.

5.2. Resultado de comprobación de hipótesis

5.2.1. Variable independiente

5.2.1.1. Dimensión niveles de ruido

El tratamiento plantea dos dimensiones: Señales y Evidencia. La dimensión

señales está relacionada con las señales de advertencia que el sistema de control de ruido aplicará en la sala de la biblioteca para reestablecer el nivel de decibels aceptable (30 decibeles). La dimensión es la evidencia tiene que ver con las imágenes de las personas que causan el ruido. Esto es importante en el caso de que se requiera aplicar sanciones a los usuarios de la Biblioteca.

Indicador: Alertas Auditivas

Indican a los usuarios de la biblioteca la necesidad de disminuir el nivel de ruido de las sala por medio de mensajes hablados. Se las utiliza cuando el ruido se considera aún tolerable.

Indicador: Alertas Visuales

Indican a los usuarios de la biblioteca la necesidad de disminuir el nivel de ruido de las sala por medio de mensajes que pueden ser observados. Se las utiliza cuando el ruido se considera aún intolerable

5.2.2. Variable dependiente

5.2.2.1. Medición previa al uso del sistema de control de ruido

Los datos de las pruebas se las obtienen mediante la medición del tiempo que se tarda en restablecer los niveles normales de ruido mediante la actuación del personal de biblioteca. Estos deben detectar mediante su audición cuando la sala tiene niveles de ruido no permitido. Una vez detectada la anomalía, toman las medidas pertinentes para su restablecimiento del ambiente adecuado.

Indicador 1: Tiempo en restablecer el nivel de ruido aceptable.

Este indicador permite evaluar el restablecimiento del ambiente adecuado de trabajo en las salas de la Biblioteca (30 decibeles)

| Bajo | Medio | Alto |
|------------|----------|------------|
| 30 – 40 db | 41-50 db | 51o más db |

Tabla 9. Indicadores de niveles de ruido

Cada indicador mide el tiempo en que se demora en restablecer los niveles aceptables de ruido dentro de una biblioteca. En la pre – prueba se mide el

tiempo en que se restablece la tranquilidad de la sala por medio de la actuación del personal de biblioteca. Por otra parte, en la pos – prueba se mide al sistema de control de ruido que utiliza diferentes elementos electrónicos para alcanzar el restablecimiento del ambiente normal de trabajo de una biblioteca (30 decibeles).

Pre-prueba

En la pre–prueba se tomó el tiempo en las horas pico de atención al público. Midiendo el tiempo desde que la sala de la Biblioteca salía del límite aceptable hasta el restablecimiento del mismo. El personal de Biblioteca tomó algunas acciones tales como pedir que hagan silencio de manera general o acercándose a la mesa donde se detecta el mayor nivel de ruido.

| | |
|--|-------|
| Tiempo (en segundos) | |
| Total de la muestra (unidades) | 20 |
| Tiempo en restablecer el nivel de ruido aceptable. | 121,3 |

Fuente: Investigación. Biblioteca de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Elaboración: Autor

5.2.3. Medición posterior: uso del sistema de control de ruido

Usando el sistema de control de ruido se tomó el tiempo desde que el ruido salió del rango permisible hasta su restablecimiento. Para ello se usaron las alertas auditivas y visuales y la captura de imágenes.

| | |
|--------------------------------|----|
| Tiempo (en segundos) | |
| Total de la muestra (unidades) | 20 |

| | |
|--|------|
| Tiempo en restablecer el nivel de ruido aceptable. | 86,0 |
|--|------|

Fuente: Investigación. Biblioteca de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo

5.3. Análisis de resultados

La solución construida para el problema de la bulla dentro de la Biblioteca de la Universidad Técnica de Quevedo tiene su efecto en el restablecimiento del silencio dentro de las salas de consulta. Para ello se establece la dimensión nivel de ruido que tiene como único indicador el tiempo en restablecer el nivel de ruido aceptable.

Para la demostración de la hipótesis se utiliza el método estadístico T-Student. A continuación se muestra los resultados obtenidos.

| VARIABLE DEPENDIENTE | | PRE-PRUEBA | POS-PRUEBA |
|----------------------|---|---------------|---------------|
| DIMENSION | | t en segundos | t en segundos |
| 1 | Tiempo en restablecer el nivel de ruido aceptable | 112 | 71 |
| 2 | | 74 | 76 |
| 3 | | 125 | 70 |
| 4 | | 178 | 76 |
| 5 | | 109 | 75 |
| 6 | | 101 | 103 |
| 7 | | 166 | 111 |
| 8 | | 99 | 78 |
| 9 | | 122 | 74 |
| 10 | | 133 | 81 |
| 11 | | 148 | 103 |
| 12 | | 88 | 98 |
| 13 | | 153 | 76 |
| 14 | | 76 | 78 |
| 15 | | 140 | 108 |
| 16 | | 150 | 99 |
| 17 | | 60 | 74 |
| 18 | | 139 | 106 |
| 19 | | 144 | 71 |
| 20 | | 109 | 92 |

Tabla 10. Demostración de la hipótesis utilizando el método estadístico T-Student

5.3.1. Comprobación de la hipótesis

Indicador: Tiempo en restablecer el nivel de ruido aceptable

Ho: Un sistema de control de ruido inteligente no mejora el Tiempo en restablecer el nivel de ruido aceptable.

Ha: Un sistema de control de ruido inteligente no mejora el Tiempo en restablecer el nivel de ruido aceptable.

| | | | | | | |
|----|-----|-----|--|--|-------------------|-------------------|
| 2 | 112 | 71 | | Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | | |
| 3 | 74 | 76 | | | | |
| 4 | 125 | 70 | | | <i>Variable 1</i> | <i>Variable 2</i> |
| 5 | 178 | 76 | | Media | 121,3 | 86 |
| 6 | 109 | 75 | | Varianza | 1028,326316 | 210,736842 |
| 7 | 101 | 103 | | Observaciones | 20 | 20 |
| 8 | 166 | 111 | | Coefficiente de correlación de Pearson | 0,290000041 | |
| 9 | 99 | 78 | | Diferencia hipotética de las medias | 0 | |
| 10 | 122 | 74 | | Grados de libertad | 19 | |
| 11 | 133 | 81 | | Estadístico t | 5,071234132 | |
| 12 | 148 | 103 | | P(T<=t) una cola | 3,39122E-05 | |
| 13 | 88 | 98 | | Valor crítico de t (una cola) | 1,729132812 | |
| 14 | 153 | 76 | | P(T<=t) dos colas | 6,78245E-05 | |
| 15 | 76 | 78 | | Valor crítico de t (dos colas) | 2,093024054 | |
| 16 | 140 | 108 | | | | |
| 17 | 150 | 99 | | | | |
| 18 | 60 | 74 | | | | |
| 19 | 139 | 106 | | | | |
| 20 | 144 | 71 | | | | |
| 21 | 109 | 92 | | | | |

5.071>1.72: Se acepta la hipótesis alterna. Significa que el sistema de control de ruido inteligente mejora el tiempo que se tarda en restablecer el nivel aceptable de ruido de la Biblioteca.

5.4. Conclusiones

El control de ruido inteligente contiene micro-controladores PIC 16F628A. Estos fueron programados para articular la medición del ruido y alerta en la sala de la Biblioteca; el PIC utilizado fue fácil de programar y manejó de manera correcta los dispositivos. Los circuitos LM 386 y LM 3914 permitieron medir los niveles de ruido. En el circuito integrado ISD 2560 se grabó los mensajes de advertencia de hacer silencio y el mismo facilitó la emisión de estas señales de audio. Los mensajes visuales se simularon con una pantalla LCD y la cámara de video utilizó una estructura PAN-TILT. El sistema construido con elementos básicos mostró que es capaz de detectar niveles de ruido no apropiados para el ambiente de Biblioteca y fue capaz de tomar acciones para restablecer el ambiente adecuado de las salas. De esta manera se puede concluir que éste sistema podría reemplazar al personal de Biblioteca en esta actividad.

Se configuró entre 30 y 40 decibeles el rango de un nivel que ha sobrepasado de manera mínima el umbral de ruido permitido. La señal de audio se emitió para solicitar a los señores de la sala que hagan silencio. El ambiente se restableció de ya que el sistema detecta inmediatamente por lo que restablecer el ambiente adecuado fue normalmente fácil especialmente en las horas que no afluyen muchos estudiantes.

Los mensajes visuales se emiten cuando se está en el rango de 41 decibles hasta 50 decibeles. La señal de alerta de video actúa en conjunto con la de audio y su misión fue llamar la atención de aquellos que están haciendo ruido en la sala, esto ocurre cuando hacen trabajos en grupo y los estudiantes se aglomeran. La captura de imágenes se da cuando en la sala el ruido supera los 51 decibles de tal forma de tener evidencia de cuáles son los usuarios que no acatan las señales de alerta de hacer silencio. A estos casos se llega en las horas pico porque los estudiantes están acostumbrados a que el personal de Biblioteca este ocupado atendiendo el proceso de circulación y no les es posible mantener el silencio. La captura de imágenes actúa de manera efectiva cuando ocurren estos niveles de ruido ya que los usuarios quedan en evidencia; esto no les resulta agradable por lo que el silencio se restablece.

5.5. Recomendaciones

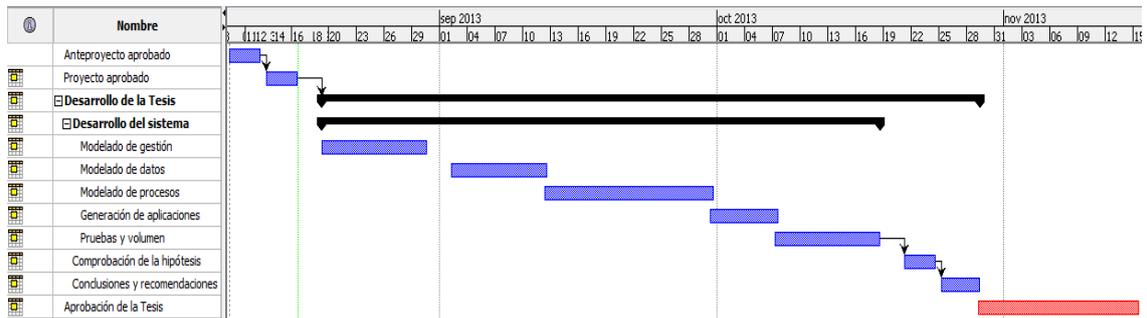
El sistema de control de ruido puede ser mejorado incrementando el número de sensores de ruido; de esta manera, podría captar de mejor manera el ruido y mantener el ambiente sano.

Incrementar el número de salidas de audio para que la alerta auditiva sea clara y llegue de manera diáfana a todos los usuarios.

Utilizar una pantalla de LEDs en lugar del display LCD para mejorar la percepción visual de ésta alerta. Así podría llamar la atención de manera más efectiva y lograr que el ambiente normal de trabajo se restablezca.

Incrementar el número de cámaras para cubrir de mejor manera todas las áreas de la Biblioteca. Así poder tener más control sobre quienes generan ruido en las salas.

5.6. Cronograma



CAPÍTULO VI
LITERATURA CITADA

6. Bibliografía

- Aglopur acústic. (s.f.). *Niveles de ruido*. Obtenido de <http://www.aglopur.com/es/normativas/niveles-de-ruido.html>
- *Articulación de giro PAN/TILT*. (s.f.). Obtenido de x-robotics: <http://www.x-robotics.com/montaje.htm>
- BRAVO MANCHENO, G. (2007). *Biblioteca y Archivo Nacional: la difusión de la información y la transmisión del conocimiento*. Director: Erazo, Juan. Universidad San Francisco de Quito.
- *Características especiales de los Microcontroladores*. (s.f.). Obtenido de Universidad de Oviedo: http://www.bairesrobotics.com.ar/data/Car_esp_MCUs_v2.pdf
- dBelectronics. (s.f.). *Sistema Synkro*. Obtenido de Sistema Synkro: <http://www.sistemasynkro.com/default.aspx>
- Dr. Vallejo González, J. (Abril de 2005). *El efecto de la musica de fondo en el desempeño laboral en ambientes de manufactura*. Obtenido de Ergonomia Ocupacional S.C: <http://www.ergocupacional.com/4910/23222.html>
- DRISCOLL, D. P. (25 de Octubre de 2013). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Obtenido de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/47.pdf>
- Fabbri María Soledad . (s.f.). *Las Técnicas de investigación: La Observación* . Obtenido de Universidad Nacional de Rosario: <http://www.fhumyar.unr.edu.ar/escuelas/3/materiales%20de%20catedras/trabajo%20de%20campo/solefabri1.htm>
- Plaza Alarcon, J. (2014).
- *Prueba T de Student para datos relacionados (muestras dependientes)*. (s.f.). Obtenido de Psicología Para Estudiantes: <http://www.ray-design.com.mx/>
- Ramírez Helena. (1999). *¿Qué son cuasi-experimentos?* Obtenido de <http://www.ccp.ucr.ac.cr/cursoweb/242cuas.html>
- Srta. Hernández Edith . (Mayo de 2005). *QUE TAL UN COMENTARIO CON RESPECTO AL RUIDO*. . Obtenido de Sistema de Bibliotecas

UACH: <http://www.biblioteca.uach.cl/noticias/210505.htm>

- Victoria Pérez. (s.f.). *Onda Sonora*. Obtenido de http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesmateoaleman/musica/onda_sonora.html
- Gladys Davila Newman. EL RAZONAMIENTO INDUCTIVO – DEDUCTIVO DENTRO DEL PROCESO INVESTIGATIVO EN CIENCIAS EXPERIMENTALES Y SOCIALES. Fecha de Consulta: 15-08-2013. Consultado en: http://www.ingplасencia.com.ar/electron/logica/razon_induc.pdf
- Junta de Andalucía. ONDA SONORA. Fecha de Consulta: 04-08-2013. Consultado en: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesmateoaleman/musica/onda_sonora.htm
- [http://www.spminfoblog.com/post/77/the-rapid-application-development-\(rad\)-softwaredevelopment-life-cycle-mod/](http://www.spminfoblog.com/post/77/the-rapid-application-development-(rad)-softwaredevelopment-life-cycle-mod/)
- [http://www.spminfoblog.com/post/77/the-rapid-application-development-\(rad\)-softwaredevelopment-life-cycle-mod/](http://www.spminfoblog.com/post/77/the-rapid-application-development-(rad)-softwaredevelopment-life-cycle-mod/)
- Segura Cardona, Angela María. DISEÑOS CUASIEXPERIMENTALES. Universidad de Antioquia. Fecha de consulta: 02-08-2013. Consultado en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/renacip/disenos_cuasiexperimentales.pdf
- Sistema de Bibliotecas de la USCh. QUE TAL UN COMENTARIO CON RESPECTO AL RUIDO. Fecha de consulta: 10-08-2013. Consultado en: <http://www.biblioteca.uach.cl/noticias/210505.htm>
- SPMInfoBlog. THE RAPID APPLICATION DEVELOPMENT (RAD) SOFTWARE DEVELOPMENT LIFE CYCLE MOD. Fecha de consulta: 14-08-2013. Consultado en: [http://www.spminfoblog.com/post/77/the-rapid-application-development-\(rad\)-software-development-life-cycle-mod/](http://www.spminfoblog.com/post/77/the-rapid-application-development-(rad)-software-development-life-cycle-mod/)
- Synkro Sistema Automático de Control de Ruido. SISTEMA SINKRO.

Fecha de consulta: 08-08-2013. Consultado en:
<http://www.sistemasynkro.com/default.aspx>

- <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/47.pdf>
- 1990. *Acoustics: Determination of Occupational Noise Exposure and Estimate of Noise-Induced Hearing Impairment*. ISO Document No. 1999. Ginebra: ISO.
- AVANCE_TESIS_oficial 08-dic-2014.doc
- SUTER Alice H. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo [en línea] [ref 25 de octubre de 2013]. . Capítulo 47.1 Ruido. Disponible en la web:
- <<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/47.pdf>>
- Gladys Davila Newman. EL RAZONAMIENTO INDUCTIVO – DEDUCTIVO DENTRO DEL PROCESO INVESTIGATIVO EN CIENCIAS EXPERIMENTALES Y SOCIALES.[en línea] [ref. 15-08-2013.] Disponible en la web:
http://www.ingplasencia.com.ar/electron/logica/razon_induc.pdf
- Segura Cardona, Angela María. DISEÑOS CUASIEXPERIMENTALES. Universidad de Antioquia. [en línea] [ref. 02-08-2013.] Disponible en:
Consultado en:
http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/renacip/disenos_cuasiexperimentales.pdf
- UNESCO. “Manifiesto de la Biblioteca Pública de la UNESCO”. Noviembre de 1994.
- ANDRADE DURÁN, María Carolina. Biblioteca y Archivo Universidad Central. Director: Banderas, Marcelo. Universidad San Francisco de Quito. 2009
- BRAVO MANCHENO, Gabriela. Biblioteca y Archivo Nacional: la

- difusión de la información y la transmisión del conocimiento. Director:
Erazo, Juan. Universidad San Francisco de Quito. 2007
- Junta de Andalucía. ONDA SONORA. Fecha de Consulta: 04-08-2013.
Consultado en:
http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesmateoaleman/musica/onda_sonora.htm
 - MONROY, Manuel Martín .Calidad Ambiental en la Edificación para Las Palmas de Gran Canaria [en línea]. Cuarto volumen de los Manuales de diseño ICARO 2003 -2006 [ref. 28 de octubre del 2013][Islas Canarias]. ISBN: 84-690-055-X. Disponible en la web:
<http://editorial.dca.ulpgc.es/ftp/icaro/Manual-4-RUIDO.pdf>
 - LÓPEZ GÓMEZ, Laura. ¿Normalización de ruido en bibliotecas? [en línea] Instituto Tecnológico de Cd. Juarez. [ref. 29 de octubre de 2013]. Disponible en la web: <http://www.semec.org.mx>
 - Sistema de Bibliotecas de la USCh. QUE TAL UN COMENTARIO CON RESPECTO AL RUIDO. [en línea] [ref. 10-08-2013]. Disponible en la web:
<http://www.biblioteca.uach.cl/noticias/210505.htm>
 - TESIS LUIS SUÁREZ.docx
 - Presidencia de la República. Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. Ecuador. [ref. 1 de noviembre de 2013] Disponible en la web:
<http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS.pdf/LIBRO%20VI%20Anexo%205.pdf>
 - DENISOV, *Eduard I.* y SUVOROV, *German A.* Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo [en línea] [ref 25 de octubre de 2013]. . Capítulo 47.2 Ruido. Disponible en la web:
<<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/47.pdf>>
 - AVANCE_TESIS_oficial 08-dic-2014.doc
 - Presidencia de la República. Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. Ecuador. [ref. 1 de noviembre de 2013] Disponible en la web:
<http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS>

.pdf/LIBRO%20VI%20Anexo%205.pdf

- AVANCE_TESIS_oficial 08-dic-2014.doc
- *DRISCOLL, Dennis P.* Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo [en línea] [ref 25 de octubre de 2013]. . Capítulo 47.1 Ruido. Disponible en la web:

<<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/47.pdf>>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

| PROBLEMA | FORMULACIÓN | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | RESULTADOS ESPERADOS |
|---|---|---|--|--|
| Inadecuado control del ruido producido por los usuarios de las salas de consulta de las bibliotecas | ¿Un control de ruido inteligente mejorará el ambiente de trabajo en las salas de consulta de la Biblioteca? | Diseñar y construir un sistema de control de ruido inteligente para salas de consulta de Bibliotecas | ¿Un sistema de control de ruido inteligente disminuirá los niveles de ruido en las salas de consulta de Bibliotecas? | Las salas de consulta permanecen con un nivel de ruido moderado y permitido |
| | ¿Cómo activar dispositivos de comunicación auditiva para indicar que la sala ha sobrepasado el nivel de ruido aceptables? | Emitir mensajes auditivos a las salas donde el nivel de ruido haya sobrepasado el límite tolerable de manera automática | ¿Una advertencia de bajar el nivel de ruido por medio de dispositivos electrónicos de comunicación auditiva disminuye el nivel de ruido sobrepasado? | Los usuarios acatan la advertencia auditiva y disminuyen el nivel de ruido que emiten |
| | ¿De qué manera se puede activar dispositivos de comunicación visual para indicar que la sala ha sobrepasado el nivel de ruido aceptables? | Emitir mensajes visuales a las salas donde el nivel de ruido haya sobrepasado el límite tolerable de manera automática | ¿Una advertencia de bajar el nivel de ruido por medio de dispositivos electrónicos de comunicación visual disminuye el nivel de ruido sobrepasado? | Los usuarios acatan la advertencia auditiva y visual disminuyendo el nivel de ruido que emiten |

¿De qué forma se puede activar dispositivos de captura de imágenes para identificar a los usuarios que producen ruido?

Capturar imágenes de donde los niveles de ruido superen el máximo permisible

¿La captura de imágenes de los usuarios que emiten niveles de ruido no permitidos ayuda a disminuir los decibeles emitidos por estos ?

Los bibliotecarios identifican quiénes están realizando ruido y no acatan las advertencias realizadas por el sistema de control inteligente.

6.1.2. Biblioteca General UTEQ



6.1.3. Sala 1 Biblioteca General UTEQ



6.1.4. Sala 1 Biblioteca General UTEQ



Datos Generales

| Datos Personales | | |
|------------------|----------------------------|---------------|
| Cédula | Nombres | Apellidos |
| 1204423766 | Benito Medardo | Revelo Araujo |
| Teléfono | Correo Electrónico | |
| 0991229607 | Benitorevelo05@hotmail.com | |

| Datos del Egresado | | |
|-----------------------|------------------------|----------|
| Título a obtener | Carrera | Paralelo |
| Ingeniero en Sistemas | Ingeniería en Sistemas | "A" |
| Fecha de Egresado | | |
| 15/01/2013 | | |

| Datos de Tesis | | |
|--|----------------------------|------------------------|
| CONSTRUCCIÓN DE UN CONTROL DE RUIDO PARA MANTENER LOS DECIBLES ADECUADOS EN LAS SALAS DE CONSULTA DE LA BIBLIOTECA GENERAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO | | |
| Res. Aprobación de tesis | Res. Fecha de sustentación | Fecha Sustentación |
| 802-HCD-FCI-2014 | 08/01/2014 | 20/01/2014 |
| C.I Tutor | Nombre del tutor | Fecha de Incorporación |
| | Ing. Ariosto Vicuña Pino | 20/01/2014 |