



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE UNA PILETA DE AGUA
DANZANTE, UTILIZANDO UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y
CONTROL AUDIO-RÍTMICO”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de

INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

Presentado por

PENÉLOPE MARLITH JARAMILLO DE MORA

Riobamba – Ecuador

2012

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de cursar y culminar mi carrera y por bendecirme cada día. Pero en especial quiero darle las gracias a mi Abuelita Albertina Coloma por su apoyo incondicional desde siempre y su gran ejemplo de lucha y superación, gracias mil gracias Abuelita, a mis padres que a pesar de estar lejos siempre me apoyaron incondicionalmente, a mis hermanos Gabby y Ulises por llenar mi vida de sonrisas, los quiero mucho, a mis amigas y amigos por apoyarme en momentos difíciles y compartir los que hoy son inolvidables recuerdos.

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta investigación a mi familia por creer en mí y enseñarme que en la vida no importa el número de veces que caigas, sino cuantas veces te levantas y continúas luchando por tus sueños.

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTAS

	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Ménese DECANO FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	_____	_____
Ing. Paúl Romero DIRECTOR DE ESCUELA ING. ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	_____	_____
Ing. Paúl Romero DIRECTOR DE TESIS	_____	_____
Ing. Fernando Chávez MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____
Tlgo. Carlos Rodríguez DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	_____	_____

NOTA DE LA TESIS: _____

“Yo Penélope Marlith Jaramillo De Mora, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

Penélope Marlith Jaramillo De Mora

ÍNDICE GENERAL

Contenido

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I - 12 -

MARCO REFERENCIAL..... - 12 -

1.1 ANTECEDENTES - 12 -

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS - 14 -

1.3. OBJETIVOS - 15 -

1.3.1. OBJETIVOS GENERALES - 15 -

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... - 15 -

1.4 HIPÓTESIS - 15 -

CAPÍTULO II - 16 -

MARCO TEÓRICO..... - 16 -

2.1 PILETAS O FUENTES ORNAMENTALES - 16 -

2.1.1 Introducción - 16 -

2.1.2 Reglas Oase-Pumpen para la correcta instalación de una fuente..... - 19 -

2.1.3 Elementos componentes de las fuentes. - 21 -

2.1.4 Fuentes basadas en chorros y láminas..... - 28 -

2.1.5 Tipos y características de las boquillas..... - 30 -

2.3 SONIDO Y MÚSICA - 31 -

2.3.1 Sonido - 31 -

2.3.2 El sonido en la música - 32 -

2.3.3 Propiedades del sonido..... - 33 -

2.3.4 Musicoterapia - 37 -

2.3.5 Obras clásicas y su virtud en musicoterapia - 45 -

2.4 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS - 47 -

2.4.1 NImyDAQ..... - 47 -

2.4.2 Labview - 52 -

2.5 SECUENCIAS DE ACTIVACIÓN.....	- 55 -
2.5.1 Atmega8	- 55 -
2.6 ACTUADORES Y COMPLEMENTOS	- 58 -
2.6.1 Electroválvulas	- 58 -
2.6.2 Sistemas hidroneumáticos	- 60 -
2.6.3 Luces.....	- 65 -
2.6.4 Válvulas Check.....	- 70 -
2.7 SISTEMA DE CONTROL DE LOS ACTUADORES.....	- 71 -
2.7.1 Optoacopladores.....	- 71 -
2.7.2 Triac.....	- 73 -
2.7.3 Mosfet	- 78 -
CAPÍTULO III	- 84 -
DISEÑO E IMPLEMENTACION.....	- 84 -
3.1 MODELO DE UNA PILETA.....	- 84 -
3.1.1 Hidráulica de fuentes ornamentales.....	- 88 -
3.1.2 Características de los chorros en la fuente.	- 92 -
3.2 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	- 98 -
3.3 MODULO DE SECUENCIAS	- 105 -
3.4 DISEÑO DE LAS LUCES.....	- 112 -
3.5 CONTROL DE LAS ELECTROVÁLVULAS	- 115 -
3.6 CONTROL DE LAS LUCES	- 117 -
CAPÍTULO IV	- 121 -
ANÁLISIS Y RESULTADOS	- 121 -
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
RESUMEN	
SUMMARY	
BIBLIOGRAFIA	

ÍNDICE FIGURAS

Figura II.1: Fuentes Ornamentales.....	- 17 -
Figura II.2: Fuentes en Roma.....	- 17 -
Figura II.3: Circuito con bomba sumergible.....	- 18 -
Figura II.4: Circuito con recirculación.....	- 19 -
Figura II.5: Bomba de pozo seco.....	- 23 -
Figura II.6: Bomba sumergible.....	- 23 -
Figura II.7: Cuarto de Bombas.....	- 24 -
Figura II.8: Sistema de impulsión de una fuente.....	- 26 -
Figura II.9: Tratamiento del agua.....	- 27 -
Figura II.10: Iluminación Fuentes Ghesa.....	- 28 -
Figura II.11: Fuente Ornamental Artesanal.....	- 29 -
Figura II.12: Fuente Ornamental Ghesa.....	- 30 -
Figura II.13: Boquillas y surtidores de uso frecuente.....	- 31 -
Figura II.14: Representación gráfica del sonido.....	- 31 -
Figura II.15: Propagación del Sonido.....	- 32 -
Figura II.16: Propiedades del sonido - Altura.....	- 34 -
Figura II.17: Propiedades del sonido - Intensidad.....	- 35 -
Figura II.18: Propiedades del sonido - Timbre.....	- 36 -
Figura II.19: Propiedades del sonido - Duración.....	- 37 -
Figura II.20: Musicoterapia.....	- 38 -
Figura II.21: Efectos de la música sobre la conducta humana.....	- 41 -
Figura II.22: Música y necesidades individuales.....	- 45 -
Figura II.23: NImyDAQ National Instruments.....	- 48 -
Figura II.24: Estructura de NImyDAQ.....	- 49 -
Figura II.25: Conexiones de la NImyDAQ.....	- 51 -
Figura II.26: Conexiones del multímetro digital.....	- 52 -
Figura II.27: Panel Frontal.....	- 54 -
Figura II.28: Diagrama de Bloques.....	- 54 -
Figura II.29: Microcontrolador Atmega8.....	- 55 -
Figura II.30: Distribución de los pines.....	- 58 -
Figura II.31: Electroválvulas 110Vac.....	- 59 -
Figura II.32: Bombas centrífugas.....	- 61 -
Figura II.33: Bombas Periféricas.....	- 62 -
Figura II.34: Bombas Reciprocantes.....	- 63 -
Figura II.35: Bombas Rotatorias.....	- 64 -
Figura II.36: Tanque de presión.....	- 64 -
Figura II.37: Leds RGB estándar.....	- 66 -
Figura II.38: Leds RGB tipo SMD.....	- 67 -
Figura II.39: Gama de Colores RGB básica.....	- 67 -
Figura II.40: Estructura interna de una válvula cheek.....	- 70 -
Figura II.41: Válvula Check.....	- 71 -
Figura II.42: Tipos de optoacopladores.....	- 72 -

Figura II.43: Triac	- 74 -
Figura II.44: Símbolo Triac	- 74 -
Figura II.45: Estructura básica del triac.....	- 76 -
Figura II.46: Triac equivalencia.....	- 77 -
Figura II.47: Mosfet canal N y canal P	- 79 -
Figura II.48: Principio de operación de un Mosfet.....	- 79 -
Figura II.49: Símbolos Mosfet.....	- 81 -
Figura III.50: Vista Frontal de la Pileta	- 85 -
Figura III.51: Vista Superior de la Pileta.....	- 86 -
Figura III.52: Vista General de la pileta.....	- 86 -
Figura III.53: Diseño de la estructura en Autocad	- 87 -
Figura III.54: Vista superior de la estructura	- 87 -
Figura III.55: Sistema de Referencia de Chorros.....	- 93 -
Figura III.56: Conexión de toberas AB exteriores.....	- 95 -
Figura III.57: Red de toberas C, D, E, interiores	- 97 -
Figura III.58: Configuración del DAQ Assistant.....	- 100 -
Figura III.59: Filtros en Labview	- 101 -
Figura III.60: Configuración Filtro pasa bajos.....	- 101 -
Figura III.61: Configuración de filtro pasa medios	- 102 -
Figura III.62: Configuración del filtro pasa altos.....	- 102 -
Figura III.63: Configuración de la función Tone Extraction	- 103 -
Figura III.64: Configuración rangos de frecuencias.....	- 104 -
Figura III.65: Configuración para grafica Potencia Vs. Frecuencia.....	- 104 -
Figura III.66: Panel principal del programa en ejecución	- 105 -
Figura III.67: Modulo de secuencias con el Atmega8	- 106 -
Figura III.68: Diagrama de las luces diseñado en Proteus	- 113 -
Figura III.69: Tarjeta de luces RGB smd	- 114 -
Figura III.70: Luces selladas en cajas petri.....	- 115 -
Figura III.71: Diagrama de activación de una electroválvula ISIS Proteus	- 116 -
Figura III.72: Diagrama de activación de una electroválvula ARES Proteus	- 116 -
Figura III.73: Tarjeta electrónica para el control de 7 electroválvulas 110VAc.....	- 117 -
Figura III.74: Diagrama para el control de las luces en ISIS Proteus.....	- 118 -
Figura III.75: Diagrama para el control de las luces en ARES Proteus.....	- 119 -
Figura III.76: Tarjeta para el control de las luces led RGB	- 119 -
Figura III.77: Interconexión entre tarjetas para el control del juego de luces	- 120 -

ÍNDICE TABLAS

Tabla II.1. Protección determinada por la primera cifra.....	- 68 -
Tabla II.2. Protección de la segunda cifra.....	- 69 -
Tabla II.3. Símbolos para determinar el índice de los equipos de manera gráfica.....	- 69 -

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la presente investigación tiene como finalidad la elaboración de un Sistema de Adquisición de Datos y Control Audio-rítmico para el control de una pileta de agua danzante.

Dentro del control audio-rítmico desarrollado, los datos adquiridos son las señales de audio emitidas al reproducirse una canción, con los que posteriormente mediante una interfaz de procesamiento de datos, la misma que fue implementada con la ayuda de la tarjeta de adquisición de datos NI myDAQ de la National Instruments y el software Labview, se realizó el análisis de la señal de audio adquirida, para este análisis se evaluó una de las propiedades del sonido, la altura, la misma que indica cuando un sonido es agudo, medio o grave valor que viene determinado por la frecuencia fundamental de las ondas sonoras y se mide en Hz.

Para el procesamiento de los datos en Labview se utilizó la función Tone Extraction, la misma que determina cual es el tono que tiene mayor amplitud (es decir el de mayor intensidad), luego se clasifica el tono dependiendo de la frecuencia, rango con el que se comandan las diferentes salidas asignadas en la NI myDAQ, para que con los diferentes pulsos a su vez se pueda comandar el circuito de control para la activación de las diferentes electroválvulas y lámparas en la pileta, obteniendo así un resultado armónico de luces, agua y música, de

manera que el observador perciba el efecto visual de que tanto las luces como el agua bailan al compás de la música.

En el Capítulo I, Marco Referencial, se describe el proyecto y lo que se pretende lograr con el desarrollo del mismo.

En el Capítulo II, Marco Teórico, se hallan detallados los conceptos teóricos en los que se basó el desarrollo de la Tesis.

En el Capítulo III, Diseño e Implementación, se pueden encontrar el desarrollo de las diferentes etapas del Sistema de Control Audio-rítmico y la construcción de la Pileta.

En el Capítulo IV, Análisis y Resultados, se describen los resultados obtenidos a través del desarrollo de la Tesis.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 ANTECEDENTES

Alrededor del mundo en varios lugares como Las Vegas, Dubái, Argentina, entre otros, se han implementado varios circuitos de agua que son armonizados con música para causar en sus observadores la ilusión de que el agua se mueve o toma efectos de acuerdo al sonido. Obteniendo así con la implementación de los mismos

ambientes agradables, además de que permiten que el agua se conserve durante mucho más tiempo debido a su oxigenación por recirculación.

Los sistemas de control consisten en tres etapas la primera es la adquisición de datos, la segunda es el procesamiento de los mismos y la tercera etapa son los resultados. En el control audio-rítmico tenemos que los datos adquiridos son las señales de audio emitidas al reproducirse una canción, en donde el sonido es la vibración de un medio elástico, bien sea gaseoso, líquido o sólido.

Los sonidos audibles por el oído humano son aquellos que producen rápidas variaciones de presión en el aire por encima y por debajo de un valor estático. Este valor estático nos lo da la presión atmosférica (alrededor de 100.000 pascals), el cual tiene unas variaciones pequeñas y de forma muy lenta. Cuando las variaciones de presión se centran entre 20 y 20.000 veces por segundo (igual a una frecuencia de 20 Hz a 20 kHz) el sonido es potencialmente audible aunque las variaciones de presión puedan ser a veces tan pequeñas como la millonésima parte de un pascal. Los sonidos muy fuertes son causados por grandes variaciones de presión, por ejemplo una variación de 1 pascal se oiría como un sonido muy fuerte, siempre y cuando la mayoría de la energía de dicho sonido estuviera contenida en las frecuencias medias (1kHz - 4 kHz) que es donde el oído humano es más sensitivo. El sonido puede ser producido por diferentes fuentes, desde una persona hablando hasta un altavoz vibrando y puede viajar a través de distintos medios de propagación.

Luego, mediante una interfaz de procesamiento de datos, el sistema analiza y procesa las señales anteriormente adquiridas de forma que se obtenga como

resultado que las salidas de agua en la pileta y las luces tomen un efecto rítmico al compás de la música.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo posee en sus instalaciones un parque que fue concebido como “El Parque del Estudiante” el que cuenta con 3 piletas de agua estáticas. La idea de la realización de este proyecto nace con la finalidad de que en un futuro se pueda implementar este sistema de control audio-rítmico para piletas danzantes en las mismas, dándole mayor realce y fundamentalmente mejorando el aspecto que actualmente presenta el parque, considerando que una de las principales razones por las que el agua se degrada rápidamente es porque que no recircula constantemente, produciendo la formación de algas con mayor rapidez demandando de esta manera la necesidad imperiosa de limpiar las piletas continuamente para evitar la proliferación de microorganismos, por lo que existe un desperdicio de recursos tanto económicos como hídricos que son los más importantes.

Hay que resaltar, que con el presente proyecto se demostrara que los conocimientos adquiridos durante la carrera, al ser llevados a la práctica nos permiten aportar al desarrollo tecnológico y beneficio de las instalaciones de nuestra Politécnica, proponiendo ideas y dando soluciones.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVOS GENERALES

- Diseñar e implementar el modelo de una pileta de agua danzante, utilizando un sistema de adquisición de datos y control audio-rítmico

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y construir el modelo de una pileta de agua danzante.
- Implementar una interfaz de adquisición y procesamiento de datos en Labview.
- Diseñar e implementar una tarjeta electrónica para el control audio-rítmico del sistema de distribución de agua e iluminación.

1.4 HIPÓTESIS

Con el diseño e implementación del sistema de adquisición de datos y control audio-rítmico, se controlara el modelo a escala de la pileta de agua danzante.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 PILETAS O FUENTES ORNAMENTALES

2.1.1 Introducción

Actualmente se han implementado una gran variedad de fuentes y piletas ornamentales dotando a los espacios físicos de un mayor realce y beneficiándolos

enormemente, combinando juegos de agua, luces y música, en donde podemos ver fusionadas a la tecnología y el arte.



Figura II.1: Fuentes Ornamentales

Fuente: http://sofiaaltavidencia.com/circuito_magico_del_agua.php

El origen de las fuentes ornamentales se remonta a épocas muy antiguas, las primeras fuentes de las que se tiene constancia se remontan al uso del agua por las primeras civilizaciones. Inicialmente los sistemas se basaban en un desplazamiento del agua por gravedad y posteriormente fueron progresivamente remplazados por sistemas con bomba de impulsión a principios del siglo XX.



Figura II.2: Fuentes en Roma

Fuente: <http://www.turista-en-italia.com/420/un-recorrido-por-las-fuentes-de-roma/>

En las fuentes ornamentales el agua se impulsa a través de una bomba al exterior produciendo diversos efectos estéticos y en algunos casos el agua puede también fluir por gravedad. El circuito como tal, puede ser un circuito sin recirculación donde todo el volumen de agua fluye constantemente, o bien un circuito donde el agua circula continuamente y existe un aporte periódico que compensa las pérdidas.

Este último caso es el más frecuente y dentro de él se pueden contemplar dos tipos de instalación:

- Circuito con bomba sumergible (Figura II.3).
- Circuito con recirculación a través de bomba externa (Figura II.4).

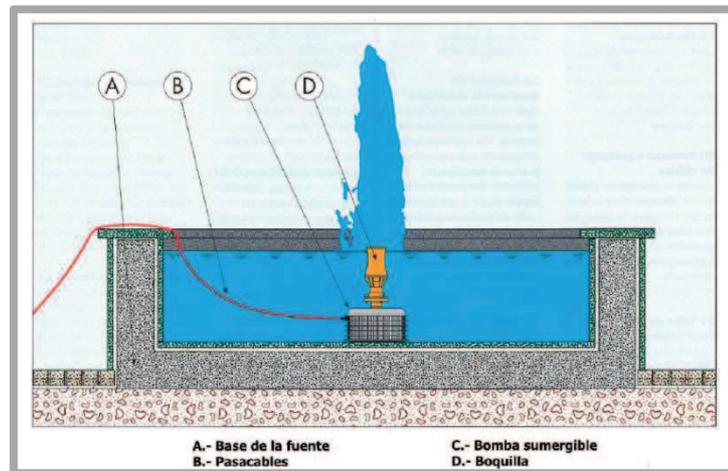


Figura II.3: Circuito con bomba sumergible

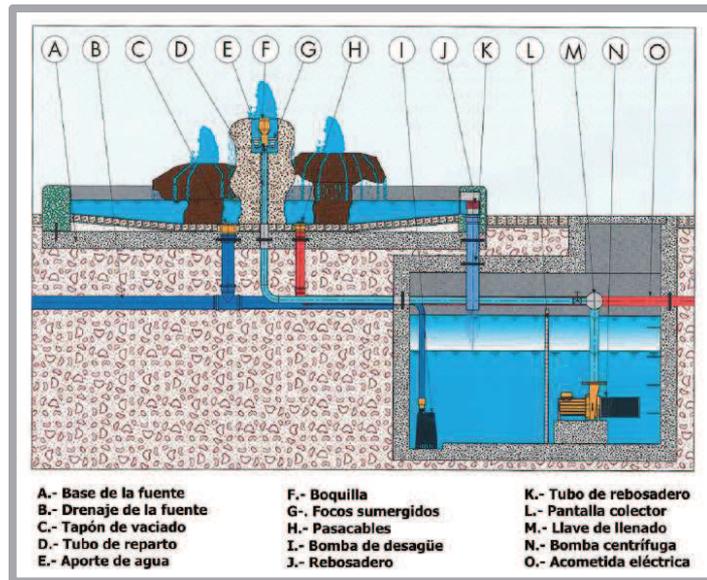


Figura II.4: Circuito con recirculación

Fuente: http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/9_leg.pdf

2.1.2 Reglas Oase-Pumpen para la correcta instalación de una fuente

1. *No ubicar la fuente bajo los árboles.*

Para reducir la contaminación del agua y el riesgo de taponamiento de las entradas del drenaje por las hojas, insectos y excrementos de los pájaros.

2. *No disponer la fuente en espacios expuestos a fuertes vientos.*

El viento, al actuar sobre los chorros, altera su configuración y puede llegar a provocar salpicaduras apreciables fuera de la fuente. Se recomienda que a máxima altura de un chorro no sea mayor que la distancia al borde más próximo de la fuente.

3. Emplear estanques de poca profundidad.

Permite reducir el consumo de agua y el riesgo de accidentes de los menores de edad. Se dispondrán, en caso necesario, de fosos para la succión local de las bombas según las recomendaciones de los fabricantes de estos equipos.

4. Enmascarar los elementos tecnológicos.

Se recomienda mimetizar la caseta de bombeo y/o de control eléctrico en el entorno de la fuente y minimizar el efecto visual de las tuberías, boquillas, etc. Las fuentes de chorros múltiples y dinámicos forman, junto al juego de luces, un espectáculo que absorbe la atención de los que la contemplan en funcionamiento. Existirá una magia añadida si los elementos tecnológicos no están excesivamente expuestos.

5. Ubicar rebosadero y drenaje de fondo de agua.

6. Disponer de líneas permanentes de suministro de agua con control automático.

7. Protección segura de los cables eléctricos dentro de los conductos.

8. Seleccionar cuidadosamente la(s) bomba(s), teniendo en cuenta los rigores del trabajo y las condiciones de operación con la eficiencia adecuada.

9. Selección del sistema eléctrico más adecuado.

Se refiere a la elección de los paneles de control para el servicio a las bombas y a los circuitos de luces con la debida protección de los equipos y de accidentes del personal laboral.

10. Protección para el invierno.

Se debe prever, desde la fase de proyecto, las medidas para la protección contra las heladas incluyendo, de ser necesaria la remoción de las bombas.

2.1.3 Elementos componentes de las fuentes.

Las fuentes han de disponer, en general, de un depósito de agua, un sistema de bombeo y una configuración de elementos tecnológicos y constructivos que posibiliten el movimiento continuo del agua. Los elementos tecnológicos se refieren, en este caso, a la boquilla o conjunto de boquillas que permiten la formación de los chorros en los tamaños y formas deseados, los vertedores, las ranuras, las canalizaciones, las caídas, etc. Los elementos constructivos son aquellos que configuran la fuente en el espacio “visible” y los que garantizan estructural y funcionalmente la obra: cimientos, pisos, paredes, anclajes, etc. Es aconsejable, en general, que las fuentes dispongan de iluminación para realzar su apariencia en horas nocturnas.

2.1.3.1. Depósito de agua.

Se debe disponer, en general, de un depósito de almacenamiento del agua que permita el funcionamiento continuo de la fuente, la reutilización del agua y los calados mínimos exigidos para el adecuado funcionamiento de las bombas. Los depósitos pueden disponerse visibles u ocultos a la vista. Los depósitos visibles se conocen como estanques y se incorporan al diseño artístico de la obra. En estos casos, su forma en planta y altura sobre el nivel del piso general pueden ser muy variables. Se recomienda que los estanques, cuya única finalidad sea formar parte

de una fuente, tenga profundidad mínima por razones de ahorro de agua y para evitar accidentes de menores.

Las fuentes, cuando están en funcionamiento, tienen un cierto volumen de agua circulando en las tuberías y en las canalizaciones abiertas, en los chorros y en las láminas. Ese volumen se sustrae temporalmente del volumen del depósito y debe quedar en este último, también, un resto de agua que garantice el funcionamiento de las bombas, el espejo de agua del estanque, el calado que exigen, según el caso, las condiciones de sumergencia de las boquillas, etc. El volumen que debe disponerse a un depósito puede ser crítico en las fuentes pequeñas y debe determinarse lo más aproximado posible.

2.1.3.2 Equipos de bombeo.

La función de los equipos de bombeo es permitir la circulación del agua, con la presión requerida, por los diferentes circuitos de una fuente. Esta función la pueden acometer, en general, para un caso dado, bombas de diversos tipos, tamaños y calidades.

Para las fuentes, se emplean bombas de pozo seco (Figura III.5) o bombas sumergibles (Figura III.6). Las primeras tienen las ventajas de no requerir una construcción adicional como cuarto o cámara de succión, no necesitar de una línea de aspiración y, además, por colocarse dentro de la fuente misma, las longitudes de tuberías son mínimas. Requieren un cableado eléctrico sumergible y, para iguales condiciones de carga y caudal, su costo inicial es mayor a una de pozo seco equivalente.



Figura II.5: Bomba de pozo seco

Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=506994&page=3>

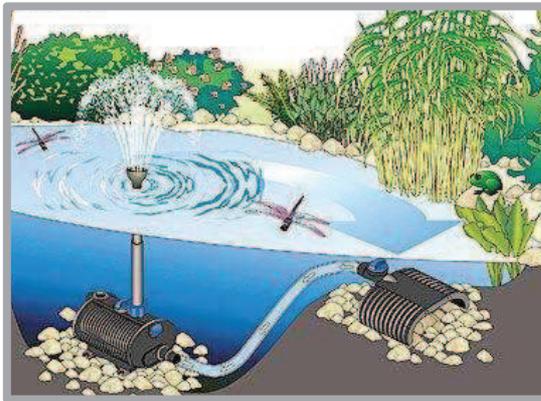


Figura II.6: Bomba sumergible

Fuente: Catalogo Fuentes ornamentales OAESE-PUMPEN

2.1.3.3 Cámara o cuarto de bombas (Figura III.7).

Es necesaria cuando las bombas son de pozo seco es decir no son sumergibles. Las dimensiones del cuarto de bombas dependen del tamaño y número de equipos requeridos.

La cámara, cuarto o sala de maquinas se debe disponer, preferiblemente, en un espacio, oculto a las visuales principales y con su acceso discretamente mimetizado en el entorno.



Figura II.7: Cuarto de Bombas

Fuente: http://www.estevegomez.com/servicios/2/tres_3.html

Además, es importante considerar ciertos requerimientos esenciales para estas áreas:

- Estar lo más próximo posible a la fuente de agua para así reducir los costes iniciales de la obra y de instalaciones.
- Disponer del espacio requerido para las operaciones de reparación y mantenimiento.
- Estar impermeabilizados contra posibles filtraciones a través del techo, fondo y paredes.
- Disponer de drenaje para evitar inundaciones.
- Tener una adecuada aireación para la ventilación de los motores y reducción de la humedad ambiente de su interior.

- Disponer de los paneles y dispositivos eléctricos con la capacidad y condiciones de protección requeridas para evitar accidentes eléctricos.
- Estar debidamente protegidos contra el acceso de personas ajenas a la instalación.

2.1.3.4 Alimentación de agua a la fuente.

Es recomendable emplear una instalación permanente con tubería de suministro de agua a partir del acueducto local, pozo u otra fuente estable

2.1.3.5 Impulsión del agua en la fuente.

El sistema de impulsión consta, en el caso más general, de:

- Equipos de bombeo.
- Tubería de aspiración o de succión.
- Tubería de impulsión.
- Redes de tuberías con boquillas.
- Distribuidores de agua.
- Válvulas de control y de cierre.
- Pases de muros, anclajes de las tuberías, etc.



Figura II.8: Sistema de impulsión de una fuente

Fuente: GONZALES, J. "Hidráulica de Fuentes Ornamentales e Instalaciones Acuáticas". 2da edición. Santa Cruz de Tenerife, 2011.

2.1.3.6 Tratamiento del agua de la fuente.

El agua en las fuentes y en mayor medida en aquellas que disponen de estanques está expuesta a una rápida contaminación y en consecuencia degradación, debido a partículas de polvo, hojas de arboles y restos minerales y orgánicos que son arrastrados por el viento y otros agentes, por esta razón es importante la instalación de equipos que permitan reducir este impacto de manera que se pueda evita una continua renovación del agua en las fuentes.

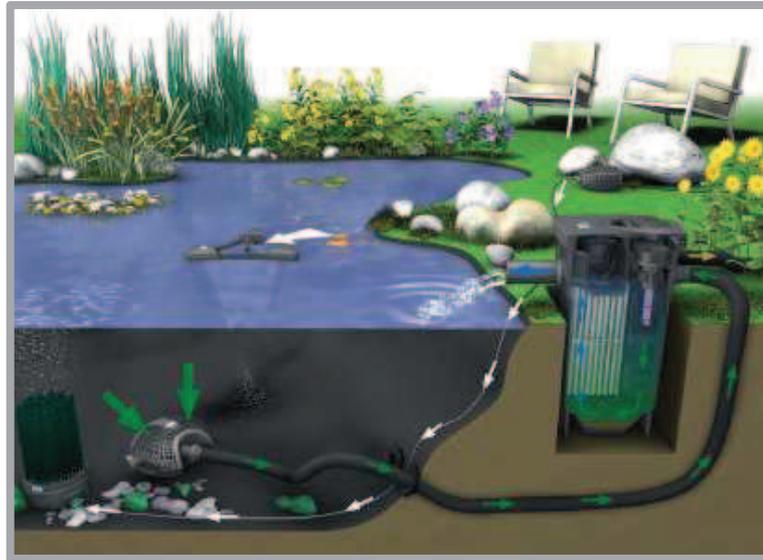


Figura II.9: Tratamiento del agua

Fuente: Catalogo Clear water system OASE

2.1.3.7 Drenaje del agua de la fuente.

Para su efecto se utilizan rebosaderos los mismos que permiten la salida de los excesos de agua que llegan a la fuente por lluvia, operación inadecuada, etc. Para mantener su nivel y evitar desbordamiento.

2.1.3.8 Abastecimiento eléctrico a la fuente.

Este sistema se compone en el caso más general de: acometida eléctrica, paneles de controles eléctricos, cables, conectores sumergidos, etc. Los paneles de control eléctrico deben satisfacer la seguridad de la instalación en lo referente a las personas y a los equipos, la fiabilidad del funcionamiento y la operaciones de encendido y apagado de las bombas, del sistema de iluminación, etc.

2.1.3.9 Elementos tecnológicos de tipificación.

- Boquillas de chorros y láminas
- Cascadas
- Canales superficiales
- Espejos de agua

2.1.3.10 Iluminación de la fuente

Esta comprendida por el conjunto de luces, filtros de colores y sistema de fijación de luces.



Figura II.10: Iluminación Fuentes Ghesa

Fuente: <http://www.ghesafuentes.com/ciberneticas.php>

2.1.4 Fuentes basadas en chorros y láminas

Los líquidos que se descargan a la atmosfera, con una velocidad suficiente para que realicen un “vuelo libre”, adoptan las formas de chorros láminas libres.

Se denomina “chorro” a la forma espacial que adopta un líquido en la descarga de orificios, toberas o chiflones, boquillas y aspersores. Se llama “lámina”, a la forma que adopta un líquido a la salida de vertedores, compuertas, orificios “alargados” y en boquillas con salida en forma de ranura. Los chorros se distinguen de las láminas porque, en los primeros, las dimensiones “ancho” y “altura” de la sección transversal del flujo son similares. En las láminas, la dimensión “ancho” es significativamente mayor que la “altura”.

Por otra parte se habla de cascada, cuando se produce una caída de agua por un desnivel brusco del fondo. O cuando se presentan caídas sucesivas por un escalonado del mismo.



Figura II.11: Fuente Ornamental Artesanal

Fuente: <http://casa-jardin.net/2011/page/23>



Figura II.12: Fuente Ornamental Ghesa

Fuente: <http://www.ghesafuentes.com/fuentes-ornamentales.php>

2.1.5 Tipos y características de las boquillas

El desarrollo en el diseño y construcción de las boquillas para fuentes, que son las mismas que generalmente se emplean en los “juegos de agua”, posibilita obtener, en diferentes gamas de diámetros y alturas, desde chorros “sólidos”, en los que la transparencia del agua y la “consistencia” de los mismos perduran en la mayor parte de su trayectoria, hasta chorros intensamente aireados d textura espumosa y coloración blanca.

Existen numerosos tipos de boquillas para fuentes, dichas boquillas se pueden clasificar en dos grupos básicos: las que son independientes del nivel del agua circundante y las que son dependientes del mismo. Estas últimas deben situarse parcialmente sumergidas para posibilitar la absorción de aire y su mezcla con el agua, por efecto Venturi o de succión de un chorro central interior, dentro del cuerpo final de la boquilla y producir chorros aireados.

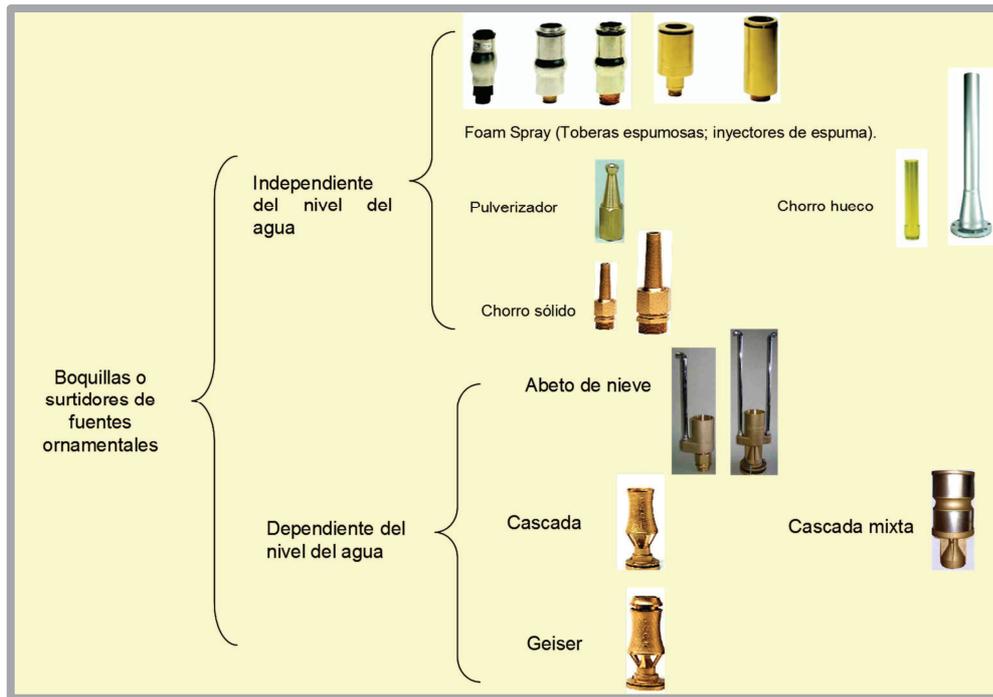


Figura II.13: Boquillas y surtidores de uso frecuente

Fuente: GONZALES, J. "Hidráulica de Fuentes Ornamentales e Instalaciones Acuáticas". 2da edición. Santa Cruz de Tenerife, 2011.

2.3 SONIDO Y MÚSICA

2.3.1 Sonido

El sonido, en física, es cualquier fenómeno que involucre la propagación en forma de ondas elásticas (sean audibles o no), generalmente a través de un fluido (u otro medio elástico) que esté generando el movimiento vibratorio de un cuerpo.

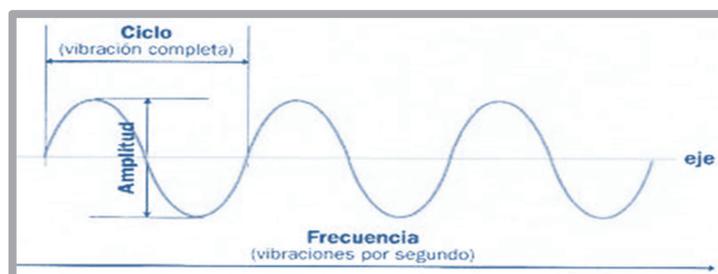


Figura II.14: Representación gráfica del sonido

Fuente: [http://maralboran.org/wikipedia/index.php/%C2%ADSonido,_silencio_y_ruido_\(contaminaci%C3%B3n_ac%C3%B3stica\)](http://maralboran.org/wikipedia/index.php/%C2%ADSonido,_silencio_y_ruido_(contaminaci%C3%B3n_ac%C3%B3stica))

El sonido humanamente audible consiste en ondas sonoras que producen oscilaciones de la presión del aire, que son convertidas en ondas mecánicas en el oído humano y percibidas por el cerebro. La propagación del sonido (Figura II.15) involucra transporte de energía sin transporte de materia, en forma de ondas mecánicas que se propagan a través de la materia sólida, líquida o gaseosa. Como las vibraciones se producen en la misma dirección en la que se propaga el sonido, se trata de una onda longitudinal.



Figura II.15: Propagación del Sonido

Fuente: http://www.wikisaber.es/Contenidos/LObjects/sound_vibrations/index.html

2.3.2 El sonido en la música

El sonido, en combinación con el silencio, es la materia prima de la música. En música los sonidos se califican en categorías como: largos y cortos, fuertes y débiles, agudos y graves, agradables y desagradables. El sonido ha estado siempre presente en la vida cotidiana del hombre. A lo largo de la historia el ser humano ha inventado una serie de reglas para ordenarlo hasta construir algún tipo de lenguaje musical.

2.3.3 Propiedades del sonido

Las cuatro cualidades básicas del sonido son la altura, la duración, el timbre o color y la intensidad, fuerza o potencia.

2.3.3.1 La altura:

Indica si el sonido es grave, agudo o medio, y viene determinada por la frecuencia fundamental de las ondas sonoras, medida en ciclos por segundo o hercios (Hz).

Vibración lenta = baja frecuencia = sonido grave.

Vibración rápida = alta frecuencia = sonido agudo.

Para que los humanos podamos percibir un sonido, éste debe estar comprendido entre el rango de audición de 20 y 20.000 Hz. Por debajo de este rango tenemos los infrasonidos y por encima los ultrasonidos. A esto se le denomina rango de frecuencia audible. Cuanta más edad se tiene, este rango va reduciéndose tanto en graves como en agudos.

En la música occidental se fueron estableciendo tonos determinados llamados notas, cuya secuencia de 12 (C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, B) se va repitiendo formando octavas, en cada una de éstas se duplica la frecuencia. La diferencia entre distintas notas se denomina Intervalo.

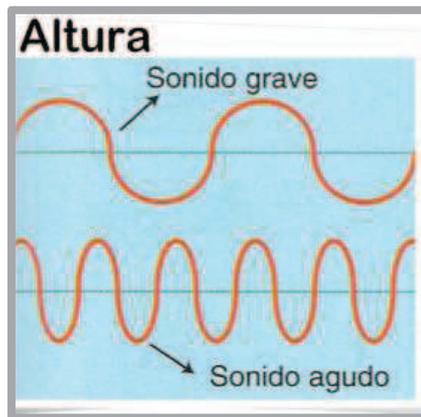


Figura II.16: Propiedades del sonido - Altura

Fuente: http://www.wix.com/clasesdemusicaeso/ondas_sonido#!_ondas

2.3.3.2 La intensidad

Es la cantidad de energía acústica que contiene un sonido, es decir, lo fuerte o suave de un sonido. La intensidad viene determinada por la potencia, que a su vez está determinada por la amplitud y nos permite distinguir si el sonido es fuerte o débil.

La intensidad del sonido se divide en intensidad física e intensidad auditiva, la primera está determinada por la cantidad de energía que se propaga, en la unidad de tiempo, a través de la unidad de área perpendicular a la dirección en que se propaga la onda. Y la intensidad auditiva que se fundamenta en la ley psicofísica de Weber-Fechner, que establece una relación logarítmica entre la intensidad física del sonido que es captado, y la intensidad física mínima audible por el oído humano.

Los sonidos que percibimos deben superar el umbral auditivo (0 dB) y no llegar al umbral de dolor (140 dB). Esta cualidad la medimos con el sonómetro y los

resultados se expresan en decibelios (dB) en honor al científico e inventor Alexander Graham Bell.



Figura II.17: Propiedades del sonido - Intensidad

Fuente: http://www.wix.com/clasesdemusicaeso/ondas_sonido#!_ondas

2.3.3.3 El timbre

Es la cualidad que confiere al sonido los armónicos que acompañan a la frecuencia fundamental. La voz propia de cada instrumento que distingue entre los sonidos y los ruidos.

Esta cualidad es la que permite distinguir dos sonidos, por ejemplo, entre la misma nota (tono) con igual intensidad producida por dos instrumentos musicales distintos. Se define como la calidad del sonido. Cada cuerpo sonoro vibra de una forma distinta. Las diferencias se dan no solamente por la naturaleza del cuerpo sonoro (madera, metal, piel tensada, etc.), sino también por la manera de hacerlo sonar (golpear, frotar, rascar).

Una misma nota suena distinta si la toca una flauta, un violín, una trompeta, etc. Cada instrumento tiene un timbre que lo identifica o lo diferencia de los demás. Con la voz sucede lo mismo. El sonido dado por un hombre, una mujer, un/a

niño/a tienen distinto timbre. El timbre nos permitirá distinguir si la voz es áspera, dulce, ronca o aterciopelada. También influye en la variación del timbre la calidad del material que se utilice. Así pues, el sonido será claro, sordo, agradable o molesto.

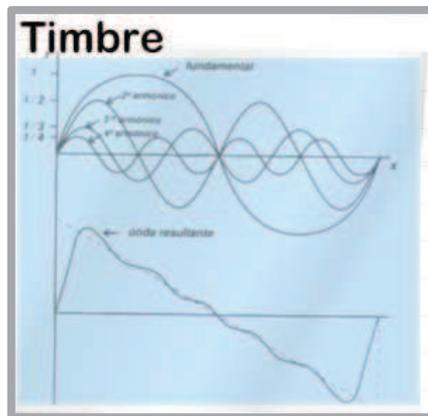


Figura II.18: Propiedades del sonido - Timbre

Fuente: http://www.wix.com/clasesdemusicaeso/ondas_sonido#!_ondas

2.3.3.4 La duración

Es el tiempo durante el cual se mantiene un sonido. Podemos escuchar sonidos largos, cortos, muy cortos, etc.

Los únicos instrumentos acústicos que pueden mantener los sonidos el tiempo que quieran, son los de cuerda como el arco, el violín, y los de viento (utilizando la respiración circular o continua); pero por lo general, los instrumentos de viento dependen de la capacidad pulmonar, y los de cuerda según el cambio del arco producido por el ejecutante.

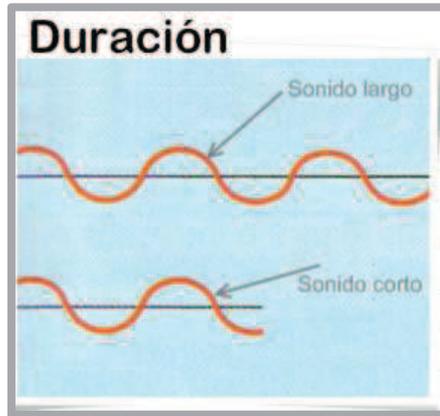


Figura II.19: Propiedades del sonido - Duración

Fuente: http://www.wix.com/clasesdemusicaeso/ondas_sonido#!_ondas

2.3.4 Musicoterapia

La musicoterapia es el manejo de la música y sus elementos musicales (sonido, ritmo, melodía y armonía) realizada por un musicoterapeuta calificado con un paciente o grupo, en un proceso creado para facilitar, promover la comunicación, las relaciones, el aprendizaje, el movimiento, la expresión, la organización y otros objetivos terapéuticos relevantes, para así satisfacer las necesidades físicas, emocionales, mentales, sociales y cognitivas. La musicoterapia tiene como fin desarrollar potenciales o restaurar las funciones del individuo de manera tal que éste pueda lograr una mejor integración intra o interpersonal y consecuentemente una mejor calidad de vida a través de la prevención, rehabilitación y tratamiento.



Figura II.20: Musicoterapia

Fuente: <http://bogotacity.olx.com.co/musicoterapia-en-bogota-iid-154435887>

Actualmente la musicoterapia como disciplina de Salud se ha extendido alrededor del mundo. Hasta la actualidad, se han desarrollado carreras de grado y post-grado en: Europa (Alemania, Austria, Dinamarca, Italia, Francia, Finlandia, Hungría, Polonia, Reino Unido y España); Asia y Oceanía (Corea, Israel, Tailandia, y Australia) y el Continente Americano (Estados Unidos, Canadá, Brasil, Colombia, Cuba, Puerto Rico, Venezuela, Uruguay, Perú, Argentina, México y Chile). La musicoterapia se desarrolla profesionalmente tanto en el ámbito público como privado, en abordajes tanto grupales como individuales. Las metodologías de trabajo varían de acuerdo a la población y a las escuelas y constructos teóricos que fundamenten el quehacer del musicoterapeuta.

2.3.4.1 Antecedentes de la musicoterapia

La utilización de la música como terapia hunde sus raíces en la prehistoria, puesto que se sabe que la música estuvo presente en los ritos "mágicos", religiosos y de curación. Sin embargo, los primeros escritos que aluden a la influencia de la música sobre el cuerpo humano son los papiros egipcios descubiertos por Petrie en la

ciudad de Kahum en 1889. Estos papiros datan de alrededor del año 1500 a. C. Y en ellos ya se racionaliza la utilización de la música como un agente capaz de curar el cuerpo, calmar la mente y purificar el alma, así, por ejemplo, se atribuía a la música una influencia favorable sobre la fertilidad de la mujer, incluso con música de la voz del dios Thot. En el pueblo hebreo también se utilizaba la música en casos de problemas físicos y mentales. En esta época se data el primer relato sobre una aplicación de musicoterapia.

Fue en la antigua Grecia donde se plantearon los fundamentos científicos de la musicoterapia. Los principales personajes son:

Pitágoras: decía que había una música entre los astros y cuando se movían lo hacían con unas relaciones entre música y matemáticas. Este desarrollo de conceptos matemáticos para explicar la armonía en la música en el universo y en el alma humana, así, la enfermedad mental era resultado de un desorden armónico o musical en el alma humana, concediendo a la música el poder de restablecer la armonía perdida.

Platón: creía en el carácter divino de la música, y que ésta podía dar placer o sedar. En su obra "La república" señala la importancia de la música en la educación de los jóvenes y cómo deben interpretarse unas melodías en detrimento de otras.

Aristóteles: fue el primero en teorizar sobre la gran influencia de la música en los seres humanos. A él se debe la teoría del Ethos, una palabra griega que puede ser traducida como la música que provoca los diferentes estados de ánimo. Estas teorías se basaban en que el ser humano y la música estaban íntimamente

relacionados, así que esta relación posibilitó que la música pueda influir no solo en los estados de ánimo, sino también en el carácter, por ello cada melodía era compuesta para crear un estado de ánimo a Ethos diferentes.

Para la musicoterapia es fundamental la llamada teoría del Ethos o teoría de los modos griegos. Esta teoría considera que los elementos de la música, como la melodía, la armonía o el ritmo ejercían unos efectos sobre la parte fisiológica emocional, espiritual y sobre la fuerza de voluntad del hombre, por ello se estableció un determinado Ethos a cada modo o escala, armonía o ritmo.

2.3.4.2 Efectos de la música en la conducta humana

Los efectos de la música sobre el comportamiento han sido evidentes desde los comienzos de la humanidad. A lo largo de la historia, la vida del hombre ha estado complementada e influenciada por la música, a la que se le han atribuido una serie de funciones. La música ha sido y es un medio de expresión y comunicación no verbal, que debido a sus efectos emocionales y de motivación se ha utilizado como instrumento para manipular y controlar el comportamiento del grupo y del individuo.

La música facilita el establecimiento y la permanencia de las relaciones humanas, contribuyendo a la adaptación del individuo a su medio. Por otra parte, la música es un estímulo que enriquece el proceso sensorial, cognitivo (pensamiento, lenguaje, aprendizaje y memoria) y también enriquece los procesos motores, además de fomentar la creatividad y la disposición al cambio. Así, diversos tipos de música pueden reproducir diferentes estados de ánimo, que a su vez pueden

repercutir en tareas psicomotoras y cognitivas. Todo ello depende de la actividad de nuestro sistema nervioso central.



Figura II.21: Efectos de la música sobre la conducta humana

Fuente: <http://alzheimeruniversal.blogspot.com/2012/02/musicoterapia-no-es-hilo-musical.html#axzz1ypdRrSle>

La audición de estímulos musicales, placenteros o no, producen cambios en algunos de los sistemas de neurotransmisión cerebral. Por ejemplo: los sonidos desagradables producen un incremento en los niveles cerebrales de serotonina, una neurohormona que se relaciona con los fenómenos de agresividad y depresión.

Existen dos tipos principales de música en relación con sus efectos: la música sedante, que es de naturaleza melódica sostenida, y se caracteriza por tener un ritmo regular, una dinámica predecible, consonancia armónica y un timbre vocal e instrumental reconocido con efectos tranquilizantes. La música estimulante, que aumenta la energía corporal, induce a la acción y estimula las emociones.

La música influye sobre el individuo a dos niveles primarios diferentes: la movilización y la musicalización:

La movilización: la música es energía y por tanto moviliza a los seres humanos a partir de su nacimiento y aún desde la etapa prenatal. A través de la escucha o la

creación, la música imprime una energía de carácter global que circula libremente en el interior de la persona para proyectarse después a través de las múltiples vías de expresión disponibles.

La música, al igual que otros estímulos portadores de energía, produce un amplio abanico de respuestas que pueden ser inmediatas, diferidas, voluntarias o involuntarias. Dependiendo de las circunstancias personales (edad, etapa de desarrollo, estado anímico, salud psicológica, apetencia) cada estímulo sonoro o musical puede inducir una variedad de respuestas en las que se integran, tanto los aspectos biofisiológicos como los aspectos efectivos y mentales de la persona. Así, el bebé agita sus miembros cuando reconoce una canción entonada por su madre, los adolescentes se reconfortan física y anímicamente escuchando una música ruidosa e incluso les ayuda a concentrarse mejor en el estudio. Dado que la musicoterapia constituye una aplicación funcional de la música con fines terapéuticos, se preocupa esencialmente de promover a través del sonido y la música, una amplia circulación energética en la persona, a investigar las múltiples transformaciones que induce en el sujeto el impulso inherente al estímulo sonoro y a aplicar la música para solventar problemas de origen psicosomático.

La musicalización: el sonido produce una musicalización de la persona, es decir, la impregna interiormente dejando huella de su paso y de su acción. Así, la música que proviene del entorno o de la experiencia sonora pasa a integrar un fondo o archivo personal, lo que puede denominarse como mundo sonoro interno. Por tanto, nuestra conducta musical es una proyección de la personalidad, utilizando un lenguaje no verbal. Así, escuchando o produciendo música nos manifestamos tal

como somos o como nos encontramos en un momento determinado, reaccionando de forma pasiva, activa, hiperactiva, temerosa. Cada individuo suele consumir la música adecuada a sus necesidades (Figura II.22), ya sea absorbiéndole de forma pasiva o creándole de forma activa. Toda expresión musical conforma un discurso no verbal que refleja ciertos aspectos del mundo sonoro interno y provoca la movilización y consiguiente proyección del mundo sonoro con fines expresivos y de comunicación.

2.3.4.3 Influencia de los elementos de la música en la conducta

La influencia de cada uno de los elementos de la música en la mayoría de los individuos es la siguiente:

2.3.4.3.1 Tiempo

Los tiempos lentos, entre 60 y 80 pulsos por minuto, suscita impresiones de dignidad, de calma, de sentimentalismo, serenidad, ternura y tristeza. Los tiempos rápidos de 100 a 150 pulsos por minuto, suscitan impresiones alegres, excitantes y vigorosas.

2.3.4.3.2 Ritmo

Los ritmos lentos inducen a la paz y a la serenidad, y los rápidos suelen producir la activación motora y la necesidad de exteriorizar sentimientos, aunque también pueden provocar situaciones de estrés.

2.3.4.3.3 Armonía

Se da al sonar varios sonidos a la vez. A todo el conjunto se le llama acorde. Los acordes consonantes están asociados al equilibrio, el reposo y la alegría. Los acordes disonantes se asocian a la inquietud, el deseo, la preocupación y la agitación.

2.3.4.3.4 Tonalidad

Los modos mayores suelen ser alegres, vivos y graciosos, provocando la extroversión de los individuos. Los modos menores presentan unas connotaciones diferentes en su expresión e influencia. Evocan el intimismo, la melancolía y el sentimentalismo, favoreciendo la introversión del individuo.

2.3.4.3.5 La altura

Las notas agudas actúan frecuentemente sobre el sistema nervioso provocando una actitud de alerta y aumento de los reflejos. También ayudan a despertarnos o sacarnos de un estado de cansancio. El oído es sensible a las notas muy agudas, de forma que si son muy intensas y prolongadas pueden dañarlo e incluso provocar el descontrol del sistema nervioso. Los sonidos graves suelen producir efectos sombríos, una visión pesimista o una tranquilidad extrema.

2.3.4.3.6 La intensidad

Es uno de los elementos de la música que influyen en el comportamiento. Así, un sonido o música tranquilizante puede irritar si el volumen es mayor que lo que la persona puede soportar.

2.3.4.3.7 La instrumentación

Los instrumentos de cuerda suelen evocar el sentimiento por su sonoridad expresiva y penetrante. Mientras los instrumentos de viento destacan por su poder alegre y vivo, dando a las composiciones un carácter brillante, solemne, majestuoso. Los instrumentos de percusión se caracterizan por su poder rítmico, liberador y que incita a la acción y el movimiento.

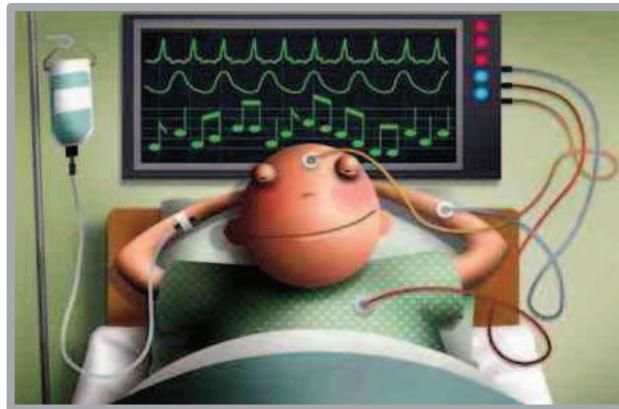


Figura II.22: Música y necesidades individuales

Fuente:<http://alzheimeruniversal.blogspot.com/2011/10/musicoterapia-y-afa-huelva.html#axzz1ypdRrSle>

2.3.5 Obras clásicas y su virtud en musicoterapia

Como se menciona anteriormente la música tiene efectos sobre el comportamiento humano, según muchos terapeutas la herramienta sonora más poderosa es el canto de armónicos. A través de nuestras propias voces, podemos proyectar a la parte enferma la frecuencia de resonancia correcta, y devolver su frecuencia normal. Según Jonh Beaulieu, la entonación de armónicos afecta incluso al flujo de la kundalini (energía invisible e inmedible) de las tradiciones místicas. Tema muy relacionado con los mantras tibetanos realizados para limpiar los chakras y despertar su energía para alcanzar la iluminación, a pesar de ello a continuación se

describe una lista de obras clásicas que influyen positivamente en ciertos trastornos y enfermedades humanas.

2.3.5.1 Insomnio

Nocturnos de Chopin (op. 9 n.º 3; op. 15 n.º 22; op. 32 n.º 1; op. 62 n.º 1)

Preludio para la siesta de un Fauno de Debussy

Canon en Re de Pachelbel

2.3.5.2 Hipertensión

Las cuatro estaciones de Vivaldi

Serenata n.º13 en Sol Mayor de Mozart

2.3.5.3 Depresión

Concierto para piano n.º5 de Rachmaninov

Música acuática de Haendel

Concierto para violín de Beethoven

Sinfonía n.º8 de Dvorak

2.3.5.4 Ansiedad

Concierto de Aranjuez de Rodrigo

Las cuatro estaciones de Vivaldi

La sinfonía Linz, k425 de Mozart

2.3.5.5 Dolor de Cabeza

Sueño de Amor de Listz

Serenata de Schubert

Himno al Sol de Rimsky-Korsakov

2.3.5.6 Dolor de estómago

Música para la Mesa de Telemann

Concierto de Arpa de Haendel

Concierto de oboe de Vivaldi

2.3.5.7 Energéticas

La suite Karalia de Sibelius

Serenata de Cuerdas (op. 48) de Tschaikowsky

Obertura de Guillermo Tell de Rossini

2.4 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

2.4.1 NImyDAQ

NImyDAQ es una tarjeta de adquisición de datos portátil de bajo costo (DAQ) este Dispositivo utiliza la plataforma NI LabVIEW basado en los instrumentos de software, los mismos que permiten medir y analizar las señales del mundo real. NImyDAQ es ideal para explorar electrónica y tomar medidas de sensores.

Combinado con NI Labview se pueden analizar y procesar las señales adquiridas y mantener el control de procesos sencillos en cualquier momento y lugar.

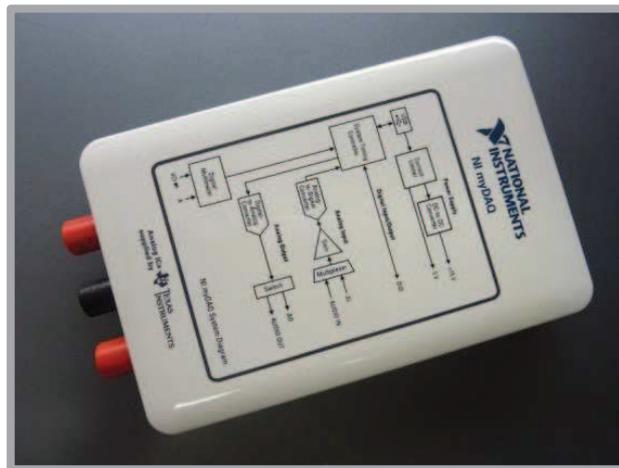


Figura II.23: NI myDAQ Nacional Instruments

Fuente: <http://ecee.colorado.edu/~mathys/ecen2250/notes/myDAQ/index.html>

2.4.1.1 Especificaciones técnicas de la NI myDAQ (Figura II.24)

NI myDAQ proporciona entradas analógicas (AI), salidas analógicas (AO), entradas y salidas digitales (DIO), entradas y salidas de audio, fuentes de alimentación, y un Multímetro digital (DMM) funciones en un compacto dispositivo USB.

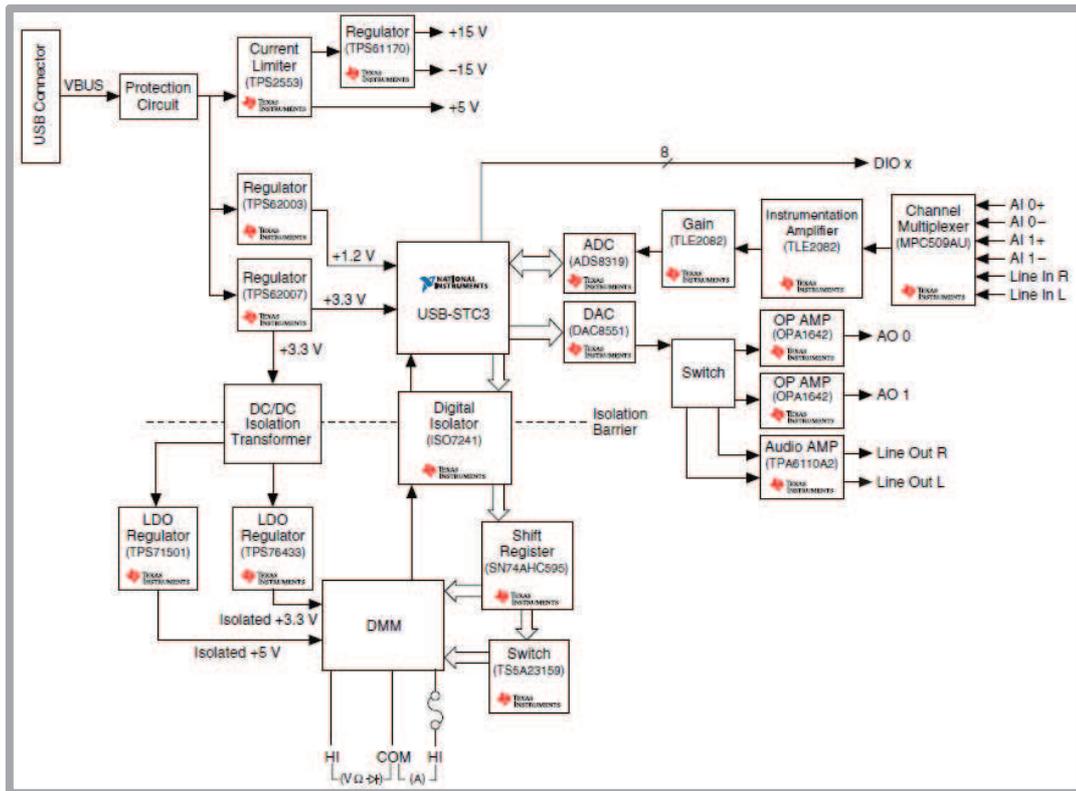


Figura II.24: Estructura de NI-myDAQ

Fuente: Guía del usuario y especificaciones NI-myDAQ

2.4.1.1.1 Entrada Analógica (AI)

Hay dos canales de entrada analógica de NI-myDAQ. Estos canales pueden configurarse como tensión diferencial de uso general de alta impedancia de entrada o de entrada de audio. Las entradas analógicas son multiplexadas, es decir, una sola convierte de analógico a digital (ADC) se utiliza para probar los dos canales. En Modo de uso general, puede llegar a medir hasta ± 10 V señales. En modo audio, los dos canales izquierdo y derecho representan entradas estéreo de nivel de línea. Las entradas analógicas se pueden medir hasta 200 kS / s por canal, por lo que son útiles para la adquisición de forma de onda. Las entradas analógicas se utilizan en el Osciloscopio NI ELVISmx, el analizador de señal dinámica, y el Analizador de Bode.

2.4.1.1.2 Salida Analógica (AO)

Hay dos canales de salidas analógicas del NI myDAQ. Estos canales pueden configurarse como la tensión de salida de propósito general o de salida de audio. Ambos canales tienen un convertidor digital dedicado a analógico (DAC), por lo que puede actualizar de forma simultánea. En el modo de uso general, puede generar hasta ± 10 V de señales. En el modo de audio, se pueden usar los dos canales de salidas estéreo de la izquierda y la derecha. Las salidas analógicas se puede utilizar en hasta 200 kS / s por canal, lo que los hace útiles para la generación de forma de onda. Las salidas analógicas se utilizan en los instrumentos NI ELVISmx generador de funciones, generador de forma de onda arbitraria, y Analizador de Bode.

2.4.1.1.3 Entradas / Salidas Digitales (DIO)

Hay ocho líneas de E / S digital (DIO) en NI myDAQ. Cada línea es una Interfaz de funciones programables (PFI), lo que significa que se puede configurar como un software de propósito general-tiempo de entrada o salida digital, o puede actuar como una entrada de funciones especiales o de salida para un contador digital. Las líneas digitales (I/O) son de 3,3 V TTL y son tolerantes a entradas de 5 V. La salida digital no es compatible con los niveles lógicos CMOS de 5V.

2.4.1.1.4 Fuentes de alimentación

Hay tres fuentes de alimentación disponibles para su uso en NI myDAQ ± 15 V y se pueden utilizar para los componentes analógicos de potencia, tales como amplificadores operativos y reguladores lineales. +5 V que se puede utilizar para

darle poder digital a componentes tales como dispositivos de lógica. La potencia total disponible para las fuentes de alimentación, salidas analógicas y productos digitales está limitado a 500 mW (típico) / 100 mW (mínimo). Para el cálculo de consumo de energía total de los suministros de energía, debe multiplicar la salida de tensión por la corriente de carga de cada tren y los suma juntos. Para consumo digital de potencia, multiplica 3,3 V por la corriente de carga. Para consumo analógico de potencia, multiplica 15 V por la corriente de carga. Para el uso de salida audio de 100 mW resta del presupuesto total de energía. Por ejemplo: si se utiliza 50 mA en 5 V, 2 mA a 15 V, 1 mA en -15 V, uso de cuatro líneas DIO para conducir a los 3 LEDs mA cada uno, y tiene una carga de 1 mA en cada canal de AO, el consumo de potencia de salida total es de: $5\text{ V} \times 50\text{ mA} = 250\text{ mW}$ | $+15\text{ V} \times 2\text{ mA} = 30\text{ mW}$ | $-15\text{ V} \times 1\text{ mA} = 15\text{ mW}$ $3,3\text{ V} \times 3 \times 4\text{ mA} = 39,6\text{ mW}$ $15\text{ V} \times 1\text{ mA} \times 2 = 30\text{ mW}$ La producción total de consumo de energía = $250\text{ mW} + 30\text{ mW} + 15\text{ mW} + 39,6\text{ mW} + 30\text{ mW} = 364,6\text{ mW}$

2.4.1.1.5 Entrada y salida de audio

La NImyDAQ posee una entrada (izquierda) y salida (derecha) de audio, con un conector estéreo de 3.5mm.

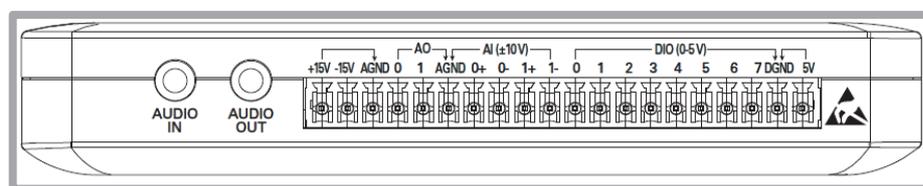


Figura II.25: Conexiones de la NImyDAQ

Fuente: Guía del usuario y especificaciones NImyDAQ

2.4.1.1.4 Multímetro digital (DMM)

El NImyDAQ DMM proporciona las funciones para la medición de tensión (CC y CA), resistencia a la corriente continua (DC y AC), y la caída de tensión en mediciones del diodo. El Multímetro Digital (DMM) Es un software-tiempo, por lo que actualiza las tarifas que son afectadas por la de carga en el equipo y la actividad USB.

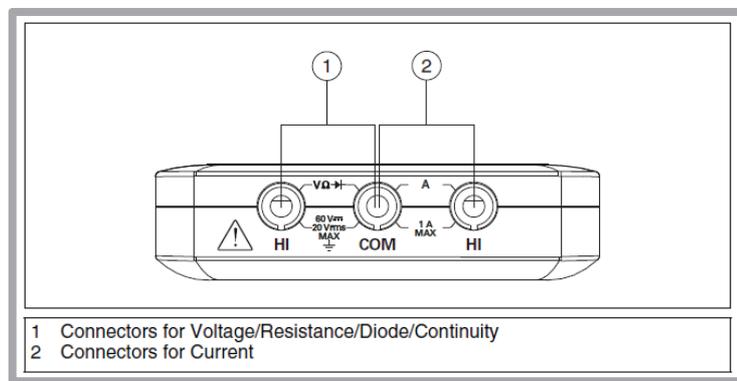


Figura II.26: Conexiones del multímetro digital

Fuente: Guía del usuario y especificaciones NImyDAQ

2.4.2 LabVIEW

LabVIEW es un entorno de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos. Las ventajas que proporciona el empleo de LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.

- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

2.4.2.1 Instrumento virtual

Son denominadas así las aplicaciones creadas en LabVIEW, debido a la similitud que tienen con una interfaz física equivalente, están compuestos por dos paneles, un panel frontal y un diagrama de bloques.

- **Panel Frontal:** (Figura II. 27) Es en donde se colocan todos los indicadores (salidas) y controles (entradas) que el usuario puede ver y manipular.

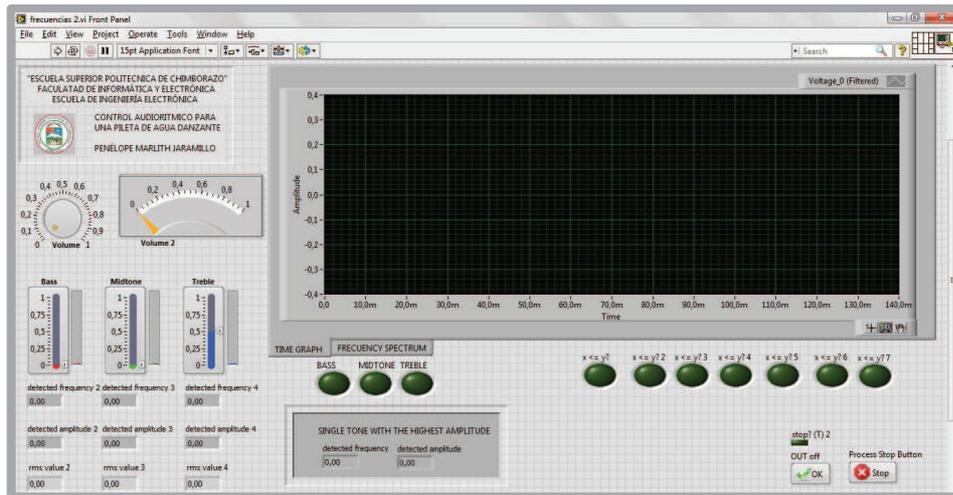


Figura II.27: Panel Frontal

- **Diagrama de Bloques:** (Figura II.28) muestra el programa en código gráfico G, en este diagrama se usan estructuras de programación, y flujo de datos entre las diferentes entradas y salidas, a través de líneas. En este las subrutinas son mostradas como iconos de cajas negras, con unas entradas y unas salidas determinadas, donde en el interior, se cumple una función específica. El flujo se aprecia, como se dibujaría en un bosquejo de sistemas, cuando se habla de teoría de sistemas, donde cada subsistema se representa como un cuadro con entradas y salidas.

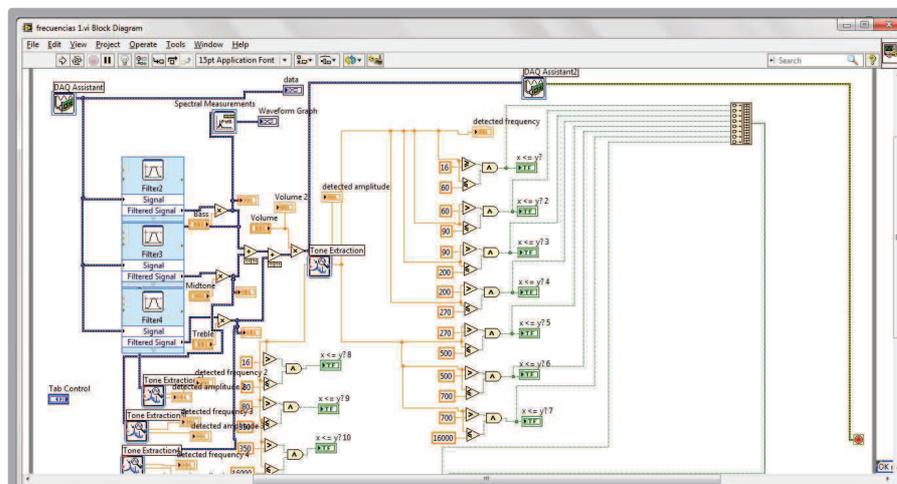


Figura II.28: Diagrama de Bloques

Todos los indicadores y controles ubicados en el panel frontal están respaldados por un terminal de conexión en el diagrama de bloques tal como si se tuviera un tablero de control de una máquina o un avión, donde por el frente se ven los indicadores y por el lado posterior se aprecian todos los cables y terminales de conexión.

2.5 SECUENCIAS DE ACTIVACIÓN

2.5.1 Atmega8

Es un microcontrolador AVR de 8 bit de alto rendimiento y bajo consumo perteneciente a la familia ATMEL.



Figura II.29: Microcontrolador Atmega8

2.5.1.1 Características

- Arquitectura RISC avanzada
 - 130 instrucciones. La mayoría de un simple ciclo de reloj de ejecución.
 - 32 x 8 registros de trabajo de propósito general.
 - Capacidad de procesamiento de unos 16 MIPS a 16 MHz.
 - Funcionamiento estático total.
 - Multiplicador On-Chip de 2 ciclos
- Memorias de programa y de datos no volátiles.
 - 8K bytes de FLASH autoprogramable en sistema.

Resistencia: 1.000 ciclos de escritura / borrado.

- Sección de código añadida opcional con bits de bloqueo independientes.

Programación en sistema con el programa añadido On-Chip.

Operación de lectura durante la escritura.

- 512 bytes de EEPROM.

Resistencia: 100.000 ciclos de escritura / borrado.

- 1K bytes de SRAM interna.
- Bloqueo (cerradura) programable para la seguridad del software.

- Características de los periféricos.

- Dos Timer/Contadores de 8 bits con prescaler separado y modo comparación.
- Un Timer/Contador de 16 bits con prescaler separado, modo comparación y modo de captura.
- Comparador analógico On-Chip.
- Timer watchdog programable con oscilador separado On-Chip.
- Interface serie SPI maestro/esclavo.
- USART serie programable.
- Contador en tiempo real con oscilador separado.
- ADC de 8 canales en los encapsulados TQFP y MLF.

6 canales de 10 bits de precisión.

2 canales de 8 bits de precisión.

- ADC de 6 canales en el encapsulado PDIP.
 - 4 canales de 10 bits de precisión.
 - 2 canales de 8 bits de precisión.
- 3 canales de PWM.
- Interface serie de dos hilos orientada a byte.
- Características especiales del microcontrolador.
 - Reset de Power-on y detección de Brown-out programable.
 - Oscilador RC interno calibrado.
 - Fuentes de interrupción externas e internas.
 - 5 modos de descanso: Idle, reducción de ruido ADC, Power-save, Power-down y Standby.
- I/O y encapsulados
 - 23 líneas de I/O programables.
 - PDIP de 28 pines, TQFP y MLF de 32 pines.
- Tensiones de funcionamiento.
 - 2.7 - 5.5V (ATmega8L).
 - 4.5 - 5.5V (ATmega8).
- Niveles de velocidad.
 - 0 - 8 MHz (ATmega8L).
 - 0 - 16 MHz (ATmega8).
- Consumo de energía a 4MHz, 3V, 25°C.
 - Activo: 3.6 mA.
 - Modo idle: 1.0 mA.

- Modo power-down: 0.5 μ A.

2.5.1.2 Distribución de los pines.

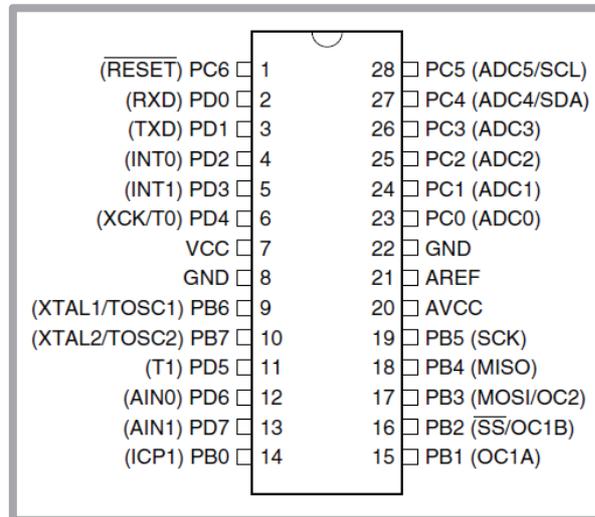


Figura II.30: Distribución de los pines

Fuente: Datasheet Atmega8

2.6 ACTUADORES Y COMPLEMENTOS

2.6.1 Electroválvulas

Es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoide.

Este tipo de válvulas son controladas variando la corriente que circula a través de un solenoide (conductor ubicado alrededor de un émbolo, en forma de bobina). Esta corriente, al circular por el solenoide, genera un campo magnético que atrae un émbolo móvil. Por lo general estas válvulas operan de forma completamente

abierta o completamente cerrada, aunque existen aplicaciones en las que se controla el flujo en forma lineal.

Al finalizar el efecto del campo magnético, el émbolo vuelve a su posición por efecto de la gravedad, un resorte o por presión del fluido a controlar.

No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, que son aquellas en las que un motor acciona el cuerpo de la válvula.

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizaron electroválvulas (Figura II.31) que funcionan a 110 voltios de corriente alterna.



Figura II.31: Electrovalvulas 110Vac

2.6.2 Sistemas hidroneumáticos

Los Sistemas Hidroneumáticos se basan en el principio de compresibilidad o elasticidad del aire cuando es sometido a presión, funcionando de la siguiente manera: El agua que es suministrada desde el acueducto público u otra fuente, es retenida en un tanque de almacenamiento; de donde, a través de un sistema de bombas, será impulsada a un recipiente a presión (de dimensiones y características calculadas en función de la red), y que posee volúmenes variables de agua y aire. Cuando el agua entra al recipiente aumenta el nivel de agua, se comprime el aire y aumenta la presión, cuando se llega a un nivel de agua y presión determinados ($P_{m\acute{a}x.}$), se produce la señal de parada de bomba y el tanque queda en la capacidad de abastecer la red; cuando los niveles de presión bajan, a los mínimos preestablecidos ($P_{m\acute{m}n.}$) se acciona el mando de encendido de la bomba nuevamente. Como se observa la presión varía entre $P_{m\acute{a}x}$ y $P_{m\acute{m}n}$, y las bombas prenden y apagan continuamente.

2.6.2.1 Bomba de Agua

La bomba es una máquina que absorbe energía mecánica que puede provenir de un motor eléctrico, térmico, etc., y la transforma en energía que la transfiere a un fluido como energía hidráulica la cual permite que el fluido pueda ser transportado de un lugar a otro, a un mismo nivel y/o a diferentes niveles y/o a diferentes velocidades.

Clasificación

Se pueden considerar dos grandes grupos: Dinámicas (Centrífugas, Periféricas y Especiales) y de Desplazamiento Positivo (Reciprocantes y Rotatorias).

BOMBAS DINÁMICAS.

BOMBAS CENTRIFUGAS: Son aquellas en que el fluido ingresa a ésta por el eje y sale siguiendo una trayectoria periférica por la tangente.

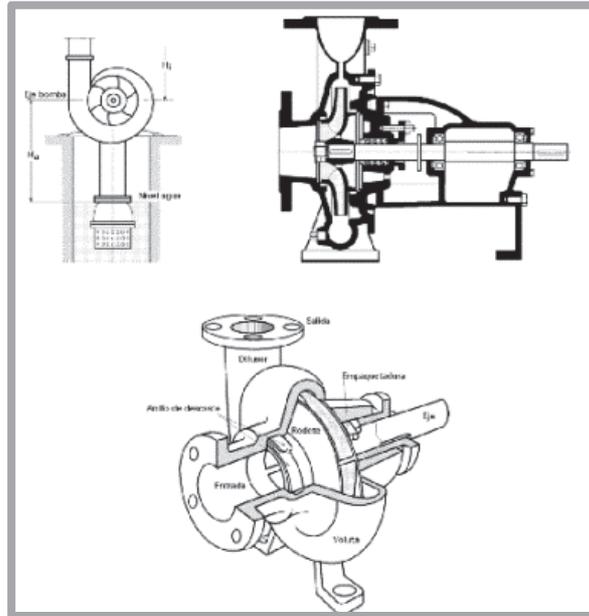


Figura II.32: Bombas centrífugas

Fuente: <http://bueno-emmanuel.blogspot.com/2010/12/tipos-de-bombas.html>

BOMBAS PERIFÉRICAS: Son también conocidas como bombas tipo turbina, de vértice y regenerativas, en este tipo se producen remolinos en el líquido por medio de los álabes a velocidades muy altas, dentro del canal anular donde gira el impulsor. El líquido va recibiendo impulsos de energía. No se debe confundir a las bombas tipo difusor de pozo profundo, llamadas frecuentemente bombas turbinas aunque no se asemeja en nada a la bomba periférica.

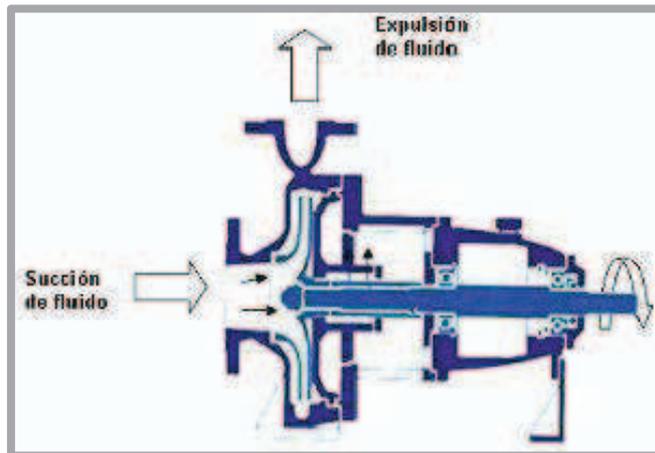


Figura II.33: Bombas Periféricas

Fuente: <http://bueno-emmanuel.blogspot.com/2010/12/tipos-de-bombas.html>

La verdadera bomba turbina es la usada en centrales hidroeléctricas tipo embalse llamadas también de Acumulación y Bombeo, donde la bomba consume potencia; en determinado momento, puede actuar también como turbina para entregar potencia.

BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO.

Estas bombas guían al fluido que se desplaza a lo largo de toda su trayectoria, el cual siempre está contenido entre el elemento impulsor, que puede ser un émbolo, un diente de engranaje, un aspa, un tornillo, etc., y la carcasa o el cilindro. “El movimiento del desplazamiento positivo” consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen de una cámara. Por consiguiente, en una máquina de desplazamiento positivo, el elemento que origina el intercambio de energía no tiene necesariamente movimiento alternativo (émbolo), sino que puede tener movimiento rotatorio (rotor).

Sin embargo, en las máquinas de desplazamiento positivo, tanto reciprocantes como rotatorias, siempre hay una cámara que aumenta de volumen (succión) y disminuye volumen (impulsión), por esto a éstas máquinas también se les denomina Volumétricas.

BOMBAS RECIPROCANES.- Llamadas también alternativas, en estas máquinas, el elemento que proporciona la energía al fluido lo hace en forma lineal y alternativa. La característica de funcionamiento es sencilla.



Figura II.34: Bombas Reciprocantes

Fuente: <http://bueno-emmanuel.blogspot.com/2010/12/tipos-de-bombas.html>

BOMBA ROTATORIA.- Llamadas también rotoestáticas, debido a que son máquinas de desplazamiento positivo, provistas de movimiento rotatorio, y son diferentes a las rotodinámicas. Estas bombas tienen muchas aplicaciones según el elemento impulsor. El fluido sale de la bomba en forma constante, puede manejar líquidos que contengan aire o vapor. Su principal aplicación es la de manejar líquidos altamente viscosos, lo que

ninguna otra bomba puede realizar y hasta puede carecer de válvula de admisión de carga.

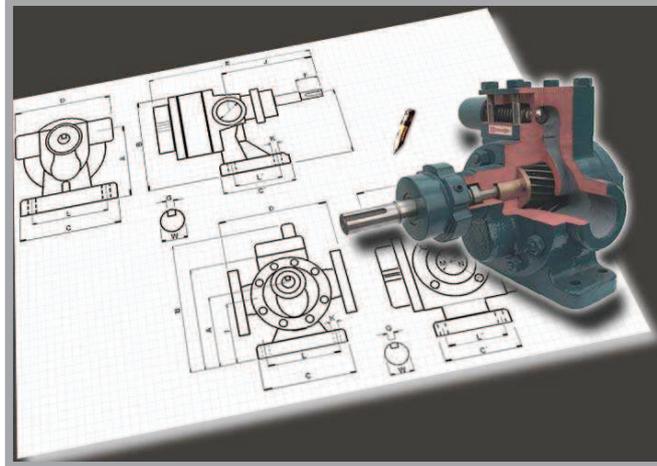


Figura II.35: Bombas Rotatorias

Fuente: <http://bueno-emmanuel.blogspot.com/2010/12/tipos-de-bombas.html>

2.6.2.2 Tanque de presión

El tanque de presión puede usarse para asegurar que la cantidad de agua que necesita el sistema para trabajar correctamente esté disponible si la red de suministro ha fallado o si no es capaz de suministrar agua durante un pico de demanda. Este recurso también se usa para asegurar que los arranques y paradas de las bombas no afectan a la red de suministro de agua.



Figura II.36: Tanque de presión

Fuente: <http://www.revistavivienda.com.ar/destacadas/tanques-hidroneumaticos>

2.6.3 Luces

La iluminación en las piletas es un factor importante que brinda realce y funcionalidad a las mismas durante la noche. En vista de esto se realizó el diseño de las luces para la fuente, utilizando leds RGB del tipo smd.

2.6.3.1 Leds RGB

Un led (de la sigla inglesa LED: Light-Emitting Diode: 'diodo emisor de luz', también 'diodo luminoso') es un diodo semiconductor que emite luz. Se usan como indicadores en muchos dispositivos, y cada vez con mucha más frecuencia, en iluminación. Presentado como un componente electrónico en 1962, los primeros leds emitían luz roja de baja intensidad, pero los dispositivos actuales emiten luz de alto brillo en el espectro infrarrojo, visible y ultravioleta.

Cuando un led se encuentra en polarización directa, los electrones pueden recombinarse con los huecos en el dispositivo, liberando energía en forma de fotones. Este efecto es llamado electroluminiscencia y el color de la luz (correspondiente a la energía del fotón) se determina a partir de la banda de energía del semiconductor. Por lo general, el área de un led es muy pequeña (menor a 1 mm²), y se pueden usar componentes ópticos integrados para formar su patrón de radiación. Los leds presentan muchas ventajas sobre las fuentes de luz incandescente y fluorescente, principalmente con un consumo de energía mucho menor, mayor tiempo de vida, tamaño más pequeño, gran durabilidad, resistencia a las vibraciones, no es frágil, reduce considerablemente la emisión de calor que produce el efecto invernadero en nuestro planeta, no contienen mercurio (el cual al exponerse en el medio ambiente es altamente venenoso) a comparación

de la tecnología fluorescente o de inducción magnética que si contienen mercurio, no crean campos magnéticos altos como la tecnología de inducción magnética con los cuales se crea mayor radiación hacia el ser humano, cuentan con un alto factor de CRI, reducen ruidos en las líneas eléctricas, son especiales para utilizarse con sistemas foto voltaicos (paneles solares) a comparación de cualquier otra tecnología actual, no les afecta el encendido intermitente (es decir pueden funcionar como luces estroboscópicas) y esto no reduce su vida promedio, son especiales para sistemas anti-explosión ya que no es fácil quebrar un diodo emisor de luz (led) y cuentan con una alta fiabilidad.

Los leds del tipo RGB reúnen en su encapsulado tres colores como en sus siglas se indica Red (rojo), Green (verde), Blue (azul), a partir de los cuales se puede obtener una variada gama de colores, para la construcción de las luces se utilizaron leds RGB del tipo smd que son en forma de pastilla y de montaje superficial.



Figura II.37: Leds RGB estándar

Fuente: http://www.olimex.cl/product_info.php?products_id=319

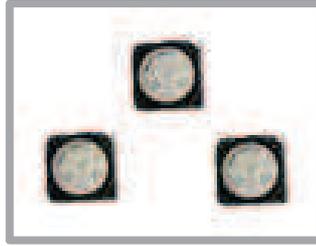


Figura II.38: Leds RGB tipo SMD

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-free/smd-led-diodes-3-in-1-rgb-led-smd-3528-smd5050-101630456.html>

2.6.3.2 Gama de colores básica

En los leds RGB si encendemos los tres canales al máximo obtendremos el color blanco, si encendemos el azul y el rojo obtendremos el púrpura mientras que si encendemos el verde y el rojo obtendremos el color amarillo. Naturalmente, usando sistemas que controlan la intensidad de cada color, se pueden lograr infinitas combinaciones de color.

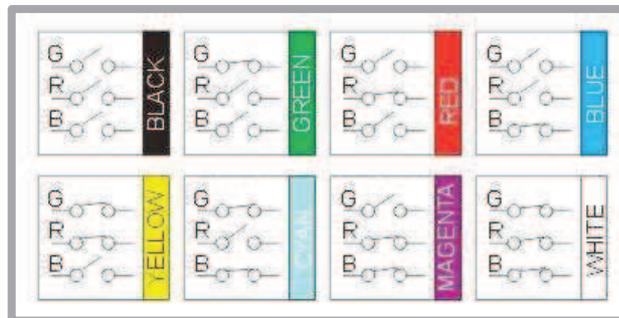


Figura II.39: Gama de Colores RGB básica

Fuente: <http://inventable.eu/2011/04/27/anatomia-de-una-leds-string-rgb/>

2.6.3.3. Índices de protección IP

La comisión Electrotécnica Internacional IEC por sus siglas en ingles (International Electrotechnical Commission) define el índice de protección o IP (por sus siglas en ingles Ingress Protection). Este índice es utilizado para determinar el grado de protección que tiene un envolvente de equipos eléctricos (como los luminarios)

contra el acceso de agentes externos tales como penetración de cuerpos sólidos y/o penetración de agua, este grado de protección se verifica con pruebas estandarizadas y reconocidas.

El IEC es una sólida organización de estándares que trabaja a nivel mundial y por eso se ha convertido en la referencia globalmente aceptada para clasificar los envoltentes de luminarios y así nosotros podemos conocer el grado de protección que tiene un equipo que utilicemos en alguna aplicación específica.

El índice IP se utiliza anteponiendo esas siglas a dos números. El primer dígito de la referencia (IP6-) nos menciona la protección del equipo a agentes sólidos y el segundo (IP-8) hace referencia a la protección contra el agua.

Primer Dígito	Descripción	Características
0	Sin Protección	-
1	Cuerpos sólidos mayores o iguales a 50 mm de diámetro	-
2	Cuerpos sólidos mayores o iguales a 12 mm de diámetro	-
3	Cuerpos sólidos mayores o iguales a 2.5 mm de diámetro	-
4	Cuerpos sólidos mayores o iguales a 1 mm de diámetro	-
5	Penetración de polvo	No se impide por completo la entrada de polvo, pero la cantidad que logra penetrar permite al equipo seguir operando de manera óptima.
6	Totalmente aislado del polvo	Ninguna entrada de polvo

Tabla II.1. Protección determinada por la primera cifra.

Fuente: <http://www.iluminet.com.mx/el-ÍNDICE-de-proteccion-ip/>

Segundo Dígito	Descripción	Características
0	Sin Protección.	-
1	Caída vertical de gotas de agua.	Gotas de agua cayendo sobre el equipo de forma vertical no tendrán efectos negativos sobre este.
2	Caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15 grados.	-
3	Caída de lluvia fina con inclinación máxima de 60 grados.	-
4	Salpicones de agua en todos los sentidos.	La caída de agua en cualquier dirección no tendrá efectos perjudiciales sobre el equipo.
5	Chorros de agua.	-
6	Fuertes chorros de agua.	-
7	Inmersión eventual.	La inmersión eventual y con baja presión no tendrá efectos perjudiciales sobre el equipo.
8	Inmersión prolongada.	El equipo es adecuado para la inmersión prolongada bajo las condiciones que especifica el fabricante.

Tabla II.2. Protección de la segunda cifra

Fuente: <http://www.iluminet.com.mx/el-ÍNDICE-de-proteccion-ip/>

Símbolo	Referencia	Descripción
	IP5-	Malla sin recuadro contra agentes sólidos.
	IP6-	Malla con recuadro contra agentes sólidos.
	IP-1	Una Gota.
	IP-3	Una Gota dentro de un cuadro.
	IP-4	Una gota dentro de un triángulo.
	IP-5	-
	IP-7	Dos gotas de agua.
	IP-8	Dos gotas seguidas por la indicación de profundidad máxima en metros.

Tabla II.3. Símbolos para determinar el índice de los equipos de manera gráfica

Fuente: <http://www.iluminet.com.mx/el-ÍNDICE-de-proteccion-ip/>

Los grados de protección no incluidos con estos símbolos no cuentan con representación gráfica.

2.6.4 Válvulas Check

Las válvulas antirretorno, también llamadas válvulas de retención, válvulas uniflujo o válvulas "check", tienen por objetivo cerrar por completo el paso del fluido en circulación, bien sea gaseoso o líquido, en un sentido y dejarlo libre en el contrario. Tiene la ventaja de un recorrido mínimo del disco u obturador a la posición de apertura total.

Se utilizan cuando se pretende mantener a presión una tubería en servicio y poner en descarga la alimentación. El flujo del fluido que se dirige desde el orificio de entrada hacia el de utilización tiene el paso libre, mientras que en el sentido opuesto se encuentra bloqueado. También se las suele llamar válvulas unidireccionales.

Las válvulas antirretorno son ampliamente utilizadas en tuberías conectadas a sistemas de bombeo para evitar golpes de ariete, principalmente en la línea de descarga de la bomba.

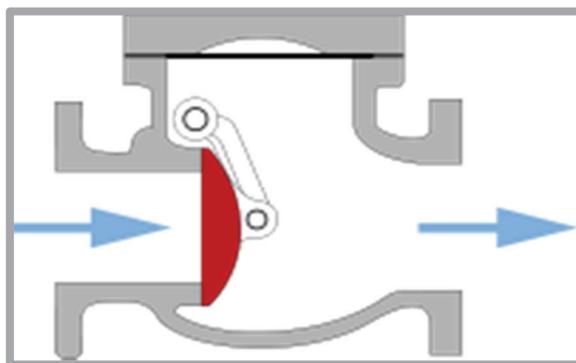


Figura II.40: Estructura interna de una válvula check

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_antirretorno



Figura II.41: Válvula Check

Fuente: <http://empacaduras.site11.com/valvulas.php>

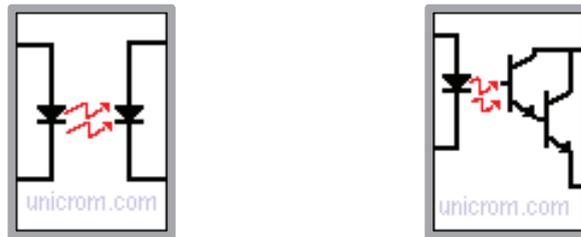
2.7 SISTEMA DE CONTROL DE LOS ACTUADORES

2.7.1 Optoacopladores

Un optoacoplador, también llamado optoaislador o aislador acoplado ópticamente, es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor excitado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente optoelectrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, un fotoemisor y un fotorreceptor cuya conexión entre ambos es óptica. Estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP. Se suelen utilizar para aislar eléctricamente a dispositivos muy sensibles.

2.7.1.1 Tipos de Optoacopladores

Los diferentes tipos de optoacopladores se distinguen por su diferente etapa de salida.



Optoacoplador con Fotodiodo - Optoacoplador con Darlington



Optoacoplador con Fototiristor (SCR) - Optoacoplador con Triac

Figura II.42: Tipos de optoacopladores

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_optoacoplador.asp

2.7.1.2 Características.

La corriente de salida I_C del optoacoplador (corriente de colector del fototransistor) es proporcional a la corriente de entrada I_F (corriente en el diodo LED).

La relación entre estas dos corrientes se llama razón de transferencia de corriente (CTR) y depende de la temperatura ambiente. A mayor temperatura ambiente, la corriente de colector en el fototransistor es mayor para la misma corriente I_F (la corriente por el diodo LED)

La entrada (circuito del diodo) y la salida (circuito del fototransistor) están 100% aisladas y la impedancia de entrada es muy grande (1013 ohms típico)

El optoacoplador es un dispositivo sensible a la frecuencia y el CTR disminuye al aumentar ésta.

Este elemento puede sustituir a elementos electromecánicos como relés, conmutadores. De esta manera se eliminan los golpes, se mejora la velocidad de conmutación y casi no hay necesidad de mantenimiento.

2.7.2 Triac

El Tríodo para Corriente Alterna es un dispositivo semiconductor, de la familia de los tiristores. La diferencia con un tiristor convencional es que éste es unidireccional y el TRIAC es bidireccional. De forma coloquial podría decirse que el TRIAC es un interruptor capaz de conmutar la corriente alterna.

Su estructura interna se asemeja en cierto modo a la disposición que formarían dos SCR en direcciones opuestas.

Posee tres electrodos: A1, A2 (en este caso pierden la denominación de ánodo y cátodo) y puerta. El disparo del TRIAC se realiza aplicando una corriente al electrodo puerta.

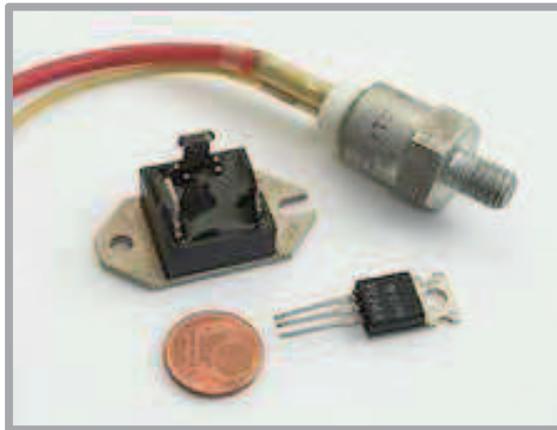


Figura II.43: Triac

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Triac>

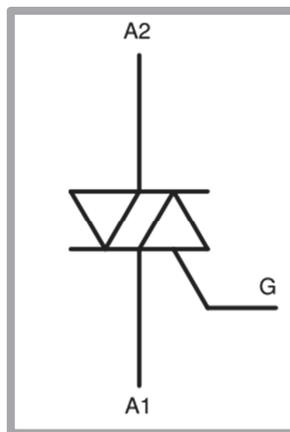


Figura II.44: Símbolo Triac

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Triac>

2.7.2.1 Características generales y aplicaciones.

La versatilidad del TRIAC y la simplicidad de su uso le hacen ideal para una amplia variedad de aplicaciones relacionadas con el control de corrientes alternas. Una de ellas es su utilización como interruptor estático ofreciendo muchas ventajas sobre los interruptores mecánicos convencionales, que requieren siempre el movimiento de un contacto, siendo la principal la que se obtiene como consecuencia de que el TRIAC siempre se dispara cada medio ciclo cuando la corriente pasa por cero, con

lo que se evitan los arcos y sobre tensiones derivadas de la conmutación de cargas inductivas que almacenan una determinada energía durante su funcionamiento.

- El TRIAC conmuta del modo de corte al modo de conducción cuando se inyecta corriente a la compuerta. Después del disparo la compuerta no posee control sobre el estado del TRIAC. Para apagar el TRIAC la corriente anódica debe reducirse por debajo del valor de la corriente de retención I_h .

- La corriente y la tensión de encendido disminuyen con el aumento de temperatura y con el aumento de la tensión de bloqueo.

- La aplicación de los TRIACS, a diferencia de los Tiristores, se encuentra básicamente en corriente alterna. Su curva característica refleja un funcionamiento muy parecido al del tiristor apareciendo en el primer y tercer cuadrante del sistema de ejes. Esto es debido a su bidireccionalidad.

- La principal utilidad de los TRIACS es como regulador de potencia entregada a una carga, en corriente alterna.

2.7.2.2 Estructura.

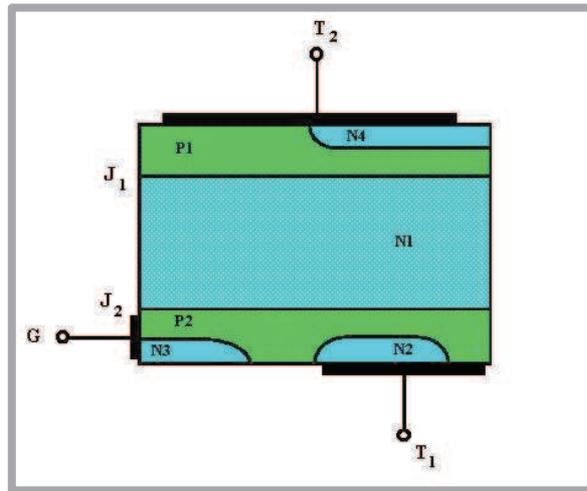


Figura II.45: Estructura básica del triac

Fuente: http://www.inele.ufro.cl/bmonteci/semic/applets/pag_triac/triac.htm#2. -ESTRUCTURA.

La estructura contiene seis capas (Figura II.45), aunque funciona siempre como un tiristor de cuatro capas. En sentido T2-T1 conduce a través de P1N1P2N2 y en sentido T1-T2 a través de P2N1P1N4. La capa N3 facilita el disparo con intensidad de puerta negativa. La complicación de su estructura lo hace más delicado que un tiristor en cuanto a di/dt y dv/dt y la capacidad para soportar sobre intensidades. Se fabrican para intensidades de algunos amperios hasta unos 200 (A) eficaces y desde 400 a 1000 (V) de tensión de pico repetitivo. Los TRIAC son fabricados para funcionar a frecuencias bajas; los fabricados para trabajar a frecuencias medias son denominados *alternistores*.

El TRIAC actúa como dos rectificadores controlados de silicio (SCR) en paralelo (Figura II.46), este dispositivo es equivalente a dos "latches"(transistores conectados con realimentación positiva, donde la señal de retorno aumenta el efecto de la señal de entrada).

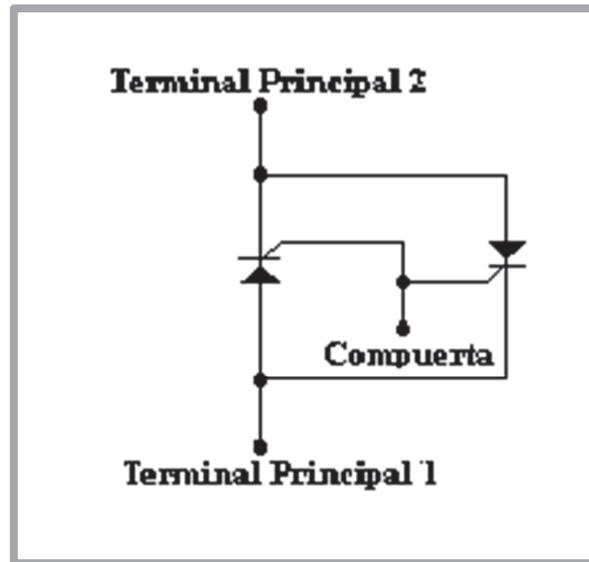


Figura II.46: Triac equivalencia

Fuente: http://www.inele.ufro.cl/bmonteci/semic/applets/pag_triac/triac.htm#2.

La diferencia más importante que se encuentra entre el funcionamiento de un triac y el de dos tiristores es que en este último caso cada uno de los dispositivos conducirá durante medio ciclo si se le dispara adecuadamente, bloqueándose cuando la corriente cambia de polaridad, dando como resultado una conducción completa de la corriente alterna. El TRIAC, sin embargo, se bloquea durante el breve instante en que la corriente de carga pasa por el valor cero, hasta que se alcanza el valor mínimo de tensión entre T2 y T1, para volver de nuevo a conducir, suponiendo que la excitación de la puerta sea la adecuada. Esto implica la pérdida de un pequeño ángulo de conducción, que en el caso de cargas resistivas, en las que la corriente está en fase con la tensión, no supone ningún problema. En el caso de cargas reactivas se debe tener en cuenta, en el diseño del circuito, que en el momento en que la corriente pasa por cero no coincide con la misma situación de la tensión aplicada, apareciendo en este momento unos impulsos de tensión entre los dos terminales del componente.

2.7.3 Mosfet

El FET de semiconductor-oxidometal, o MOSFET posee cuatro electrodos llamados "fuente" "compuerta" "drenaje" y "sustrato". A diferencia del JFET, FET de juntura o simplemente FET o transistor de efecto de campo, la compuerta está aislada galvánicamente del canal. Por esta causa, la corriente de compuerta es extremadamente pequeña, tanto cuando la tensión de compuerta es positiva como cuando es negativa.

Uno de los motivos que impulsó su desarrollo, es que los transistores bipolares presentan limitaciones. Es un dispositivo controlado por tensión y extremadamente veloz en virtud a la pequeña corriente necesaria para estrangular o liberar el canal. Por esta facultad se los usa ampliamente en conmutación. Su velocidad permite diseñar etapas con grandes anchos de banda minimizando, así, lo que se denomina distorsión por fase.

La característica constructiva común a todos los tipos de transistor MOS es que el terminal de puerta (G) está formado por una estructura de tipo Metal/Óxido/Semiconductor. El óxido es aislante, con lo que la corriente de puerta es prácticamente nula, mucho menor que en los JFET. Por ello, los MOS se emplean para tratar señales de muy baja potencia.

Tiene una versión NPN y otra PNP (Figura). El NPN es llamado MOSFET de canal N y el PNP es llamado MOSFET de canal P, en el MOSFET de canal N la parte "N" está conectado a la fuente (source) y al drenaje (drain), en el MOSFET de canal P la parte "P" está conectado a la fuente (source) y al drenaje (drain):

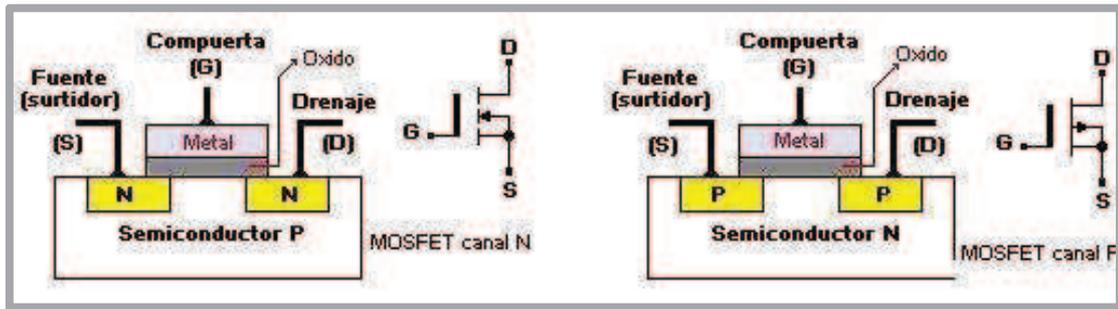


Figura II.47: Mosfet canal N y canal P

Fuente: <http://ccpot.galeon.com/enlaces1737099.html>

2.7.3.1 Principio de operación

Tanto en el MOSFET de canal N o el de canal P, cuando no se aplica tensión en la compuerta no hay flujo de corriente entre en drenaje (Drain) y la fuente (Source).

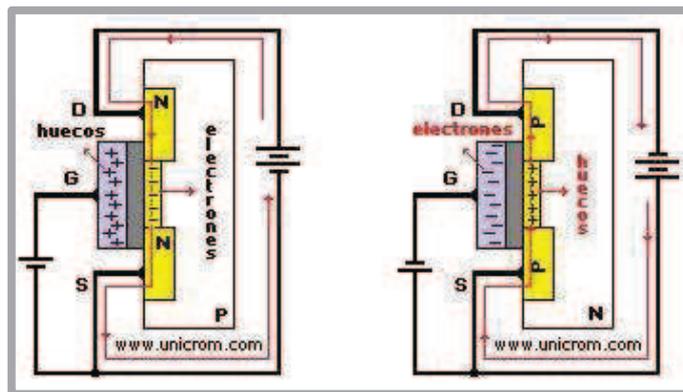


Figura II.48: Principio de operación de un Mosfet

Fuente: <http://ccpot.galeon.com/enlaces1737099.html>

Para que circule corriente en un MOSFET de canal N una tensión positiva se debe aplicar en la compuerta. Así los electrones del canal N de la fuente (Source) y el drenaje (Drain) son atraídos a la compuerta (Gate) y pasan por el canal P entre ellos.

El movimiento de estos electrones, crea las condiciones para que aparezca un puente para los electrones entre el drenaje y la fuente. La amplitud o anchura de

este puente (y la cantidad de corriente) depende o es controlada por la tensión aplicada a la compuerta.

En el caso del MOSFET de canal P, se da una situación similar. Cuando se aplica una tensión negativa en la compuerta, los huecos (ausencia de electrones) del canal P del drenaje y de la fuente son atraídos hacia la compuerta y pasan a través del canal N que hay entre ellos, creando un puente entre drenaje y fuente. La amplitud o anchura del puente (y la cantidad de corriente) depende de la tensión aplicada a la compuerta.

Debido a la delgada capa de óxido que hay entre la compuerta y el semiconductor, no hay corriente por la compuerta. La corriente que circula entre drenaje y fuente es controlada por la tensión aplicada a la compuerta.

La forma más habitual de emplear transistores MOSFET es en circuitos de tipo CMOS, consistentes en el uso de transistores pMOS y nMOS complementarios. Véase Tecnología CMOS.

Existen distintos símbolos que se utilizan para representar el transistor MOSFET. El diseño básico consiste en una línea recta para dibujar el canal, con líneas que salen del canal en ángulo recto y luego hacia afuera del dibujo de forma paralela al canal, para dibujar el surtidor y el drenador. En algunos casos, se utiliza una línea segmentada en tres partes para el canal del MOSFET de enriquecimiento, y una línea sólida para el canal del MOSFET de empobrecimiento. Otra línea es dibujada en forma paralela al canal para destacar la compuerta.

La conexión del sustrato, en los casos donde se muestra, se coloca en la parte central del canal con una flecha que indica si el transistor es PMOS o NMOS. La flecha siempre apunta en la dirección P hacia N, de forma que un NMOS (Canal N en una tina P o sustrato P) tiene la flecha apuntando hacia adentro (desde el sustrato hacia el canal). Si el sustrato está conectado internamente al surtidor (como generalmente ocurre en dispositivos discretos) se conecta con una línea en el dibujo entre el sustrato y el surtidor. Si el sustrato no se muestra en el dibujo (como generalmente ocurre en el caso de los diseños de circuitos integrados, debido a que se utiliza un sustrato común) se utiliza un símbolo de inversión para identificar los transistores PMOS, y de forma alternativa se puede utilizar una flecha en el surtidor de forma similar a como se usa en los transistores bipolares (la flecha hacia afuera para un NMOS y hacia adentro para un PMOS).

En esta figura se tiene una comparación entre los símbolos de los MOSFET de enriquecimiento y de empobrecimiento, junto con los símbolos para los JFET (dibujados con el surtidor y el drenador ordenados de modo que las tensiones más elevadas aparecen en la parte superior de la página).

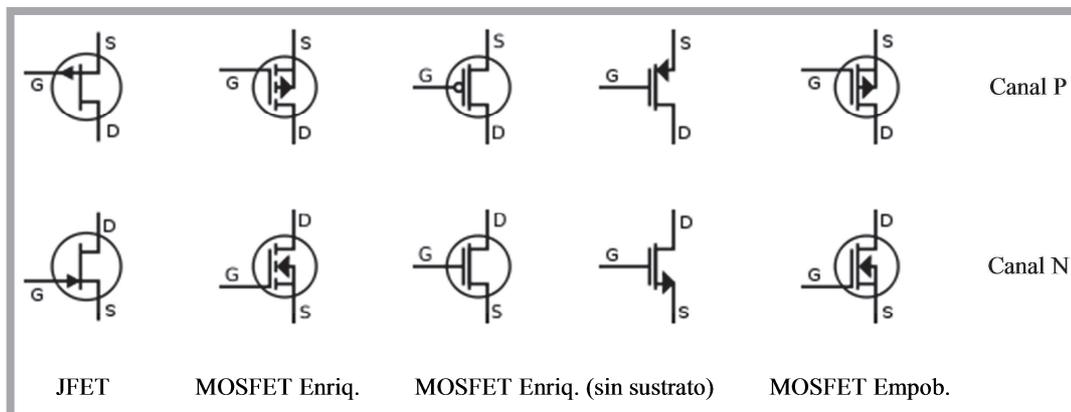


Figura II.49: Símbolos Mosfet

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/MOSFET>

Para aquellos símbolos en los que la terminal del sustrato se muestra, aquí se representa conectada internamente al surtidor. Esta es la configuración típica, pero no significa que sea la única configuración importante. En general, el MOSFET es un dispositivo de cuatro terminales, y en los circuitos integrados muchos de los MOSFET comparten una conexión común entre el sustrato, que no está necesariamente conectada a las terminales del surtidor de todos los transistores.

2.7.3.3 Aplicaciones

Las aplicaciones de MOSFET discretos más comunes son:

Resistencia controlada por tensión.

Circuitos de conmutación de potencia (HEXFET, FREDFET, entre otros).

Mezcladores de frecuencia, con MOSFET de doble puerta.

2.7.3.4 Ventajas

La principal aplicación de los MOSFET está en los circuitos integrados, p-mos, n-mos y c-mos, debido a varias ventajas sobre los transistores bipolares:

Consumo en modo estático muy bajo.

Tamaño muy inferior al transistor bipolar (actualmente del orden de media micra).

Gran capacidad de integración debido a su reducido tamaño.

Funcionamiento por tensión, son controlados por voltaje por lo que tienen una impedancia de entrada muy alta. La intensidad que circula por la puerta es del orden de los nanoamperios.

Los circuitos digitales realizados con MOSFET no necesitan resistencias, con el ahorro de superficie que conlleva.

La velocidad de conmutación es muy alta, siendo del orden de los nanosegundos.

Cada vez se encuentran más en aplicaciones en los convertidores de alta frecuencias y baja potencia.

CAPÍTULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1 MODELO DE UNA PILETA

El modelo de la pileta fue implementado en fibra de vidrio, para las conexiones hidráulicas se utilizó manguera de vinil transparente de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " y 1", accesorios como: T, Y, acoples, reductores, neplós, tapones, electroválvulas, válvulas check.

Todo el sistema fue montado sobre una estructura elaborada en hierro.

Pileta

Dimensiones:

Diámetro superior interno = 81 cm

Diámetro superior externo = 85 cm

Diámetro base = 33.5 cm

Fondo = 21 cm

Alto de la base a nivel del suelo = 2.7 cm



Figura III.50: Vista Frontal de la Pileta



Figura III.51: Vista Superior de la Pileta

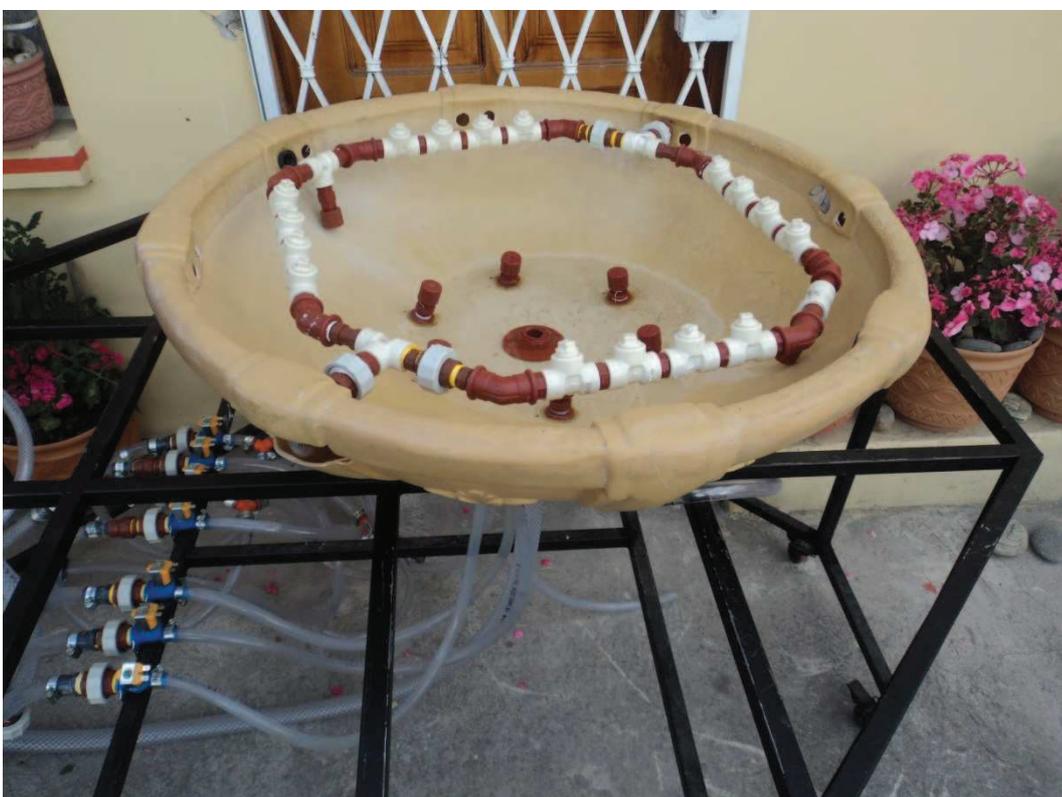


Figura III.52: Vista General de la pileta

Estructura de soporte:

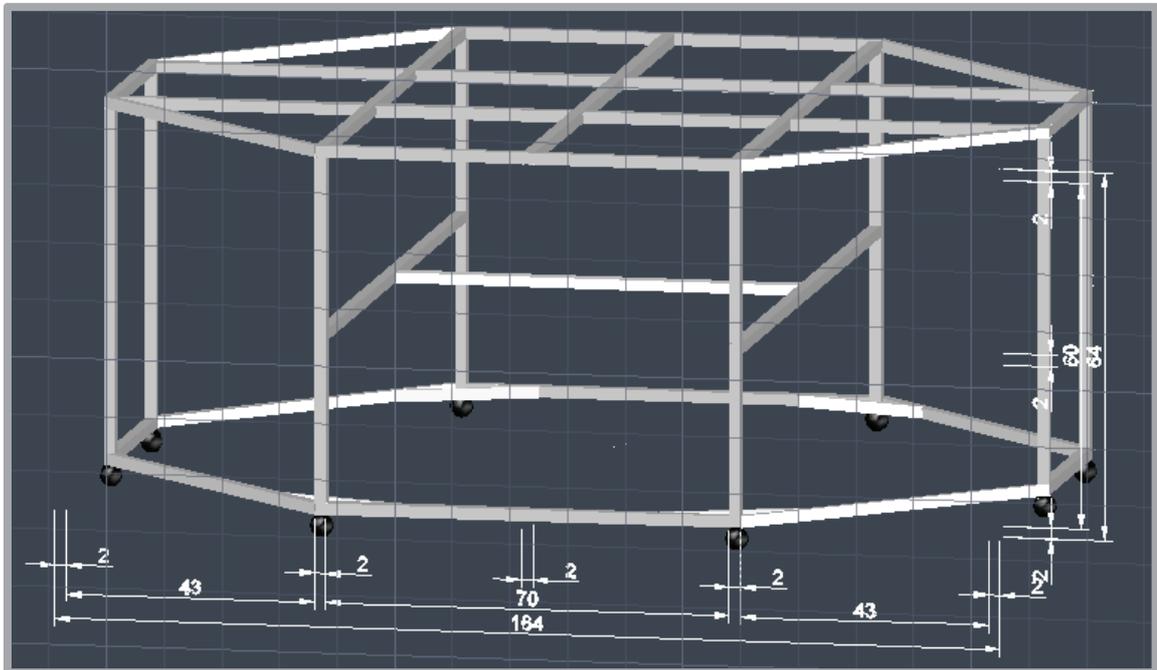


Figura III.53: Diseño de la estructura en Autocad

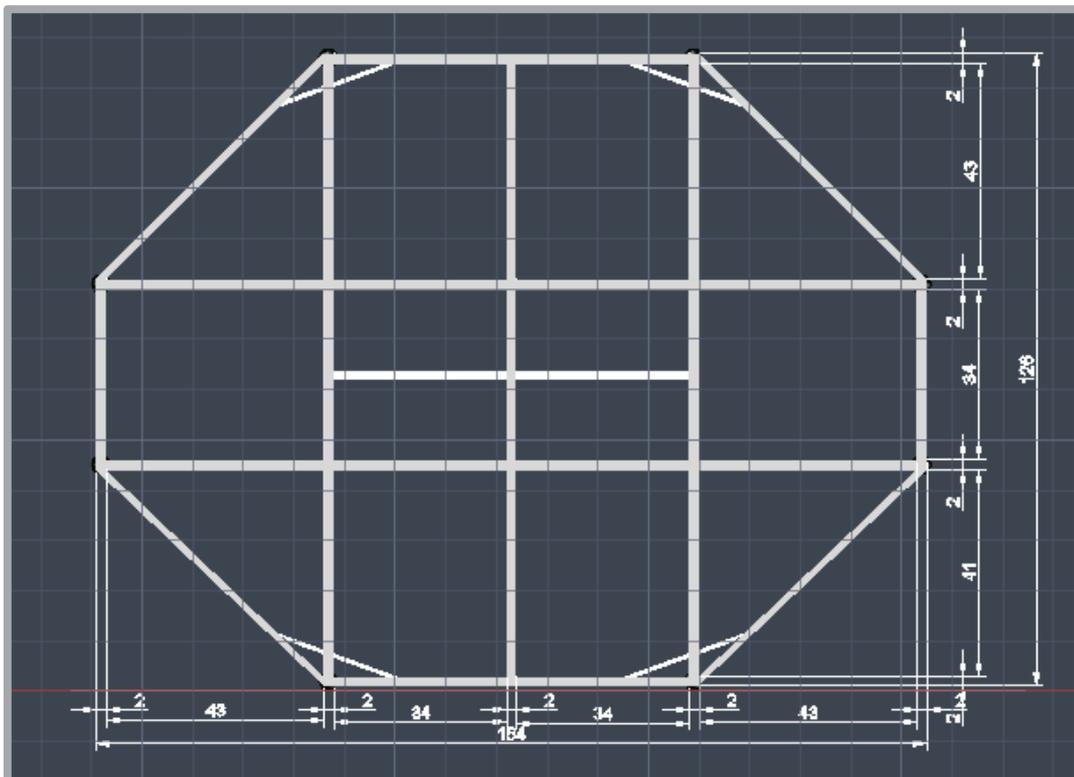


Figura III.54: Vista superior de la estructura

3.1.1 Hidráulica de fuentes ornamentales

3.1.1.1 *Calculo de las pérdidas de carga en tuberías y accesorios.*

El desarrollo de estos cálculos se lo realizo con la ayuda de las hojas de cálculo del Libro: “Hidráulica de Fuentes Ornamentales e Instalaciones Acuáticas”, del autor: Dr. Juan Eusebio Gonzales Fariñas.

Una de las ecuaciones más utilizadas en hidráulica es la ecuación de Darcy-Weisbach que permite el cálculo de la pérdida de carga debida a la fricción dentro una tubería.

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g} = \frac{8}{g\pi^2} f \frac{L}{D^5} Q^2$$

h_f : pérdida de carga debida a la fricción.

f : factor de fricción de Darcy.

L : longitud de la tubería.

D : diámetro de la tubería.

V : velocidad media del fluido.

Q : caudal en la red

g : gravedad 9.81 m/s²

3.1.1.2 Pérdidas de cargas locales y longitudes equivalentes

Estas pérdidas son las que tienen lugar a las salidas y entradas de tuberías, accesorios como tees, yees, codos, neplos, etc., válvulas boquillas rociadores, etc.

Estas pérdidas se deben a que las características físicas de cada accesorio producen cambios en el flujo, propiciando así la formación de remolinos en el interior de estos accesorios.

$$h_l = K \frac{V^2}{2g} = \left(\frac{8}{g\pi^2} * \frac{K}{D^4} \right) Q^2 = mQ$$

h_l : perdidas de carga locales

K, m: Coeficientes característicos de la singularidad o accesorio

(El coeficiente K se reduce al aumentar el diámetro del accesorio)

g: gravedad 9.81 m/s²

D: diámetro de la tubería

V: velocidad media del fluido

Una forma indirecta de calcular las pérdidas de carga locales es mediante el concepto de longitud equivalente de los accesorios. La longitud equivalente de tubería recta para una singularidad e incluso de una tubería compuesta por varios tramos rectos conectados por accesorios es aquella longitud de tubería recta del diámetro y rugosidad dados que, para igual caudal tiene las mismas pérdidas de carga que la singularidad o el sistema de tubería compuesta.

Esta longitud equivalente puede obtenerse al igualar las ecuaciones de pérdidas de carga local y “por fricción” de Darcy – Weisbach.

$$K \frac{V^2}{2g} = f \left(\frac{l}{D} \right) \frac{V^2}{2g}$$

De donde se obtiene que:

$$l_{eq.acc} = K \frac{D}{f}$$

La longitud equivalente del total de los accesorios de una conducción de tubería, se determina según:

$$l_{ep.acc.total} = \sum l_{eq.acc} = \sum Ki \frac{Di}{fi}$$

La longitud equivalente total de una conducción se obtiene:

$$L_{eq.t} = \sum L_{recta} + \sum l_{eq acc}$$

3.1.1.4 Pérdidas de carga totales

La suma de todas las pérdidas de carga en un sistema de tuberías, es decir, la suma de las perdidas “por fricción” en los tramos rectos y la suma de las perdidas locales, se conoce como “perdidas de carga totales”

$$\sum h_{ft} = \sum h_f + \sum hl$$

$$\sum h_{ft} = \frac{8}{g\pi^2} \left(f \frac{L_{eq.t}}{D^5} \right) Q^2$$

Accesorios 3/4"

input data	PROGRAMA DE CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA EN UNA TUBERIA RECTA, REAL O EQUIVALENTE					
output data	AUTOR: Juan E. González Fariñas (jgfarina@ull.es)©					
ENTRADA DE DATOS:						
Q =	4,30	l / s	Accesorios de diám. Constante	Número	K accesorio	l equiv. Accesorio (m)
L recta total =	5,03	m	Codos manguera	2	0,50	1,91
D interior =	20,00	mm	Codos rectos (radio medio)		0,80	0,00
			Codos rectos (radio corto)		0,90	0,00
ε =	0,007	mm	Codos de 45°		0,36	0,00
Temperatura =	25,0	(°C)	Electrovalvulas	7	0,19	2,55
v =	0,0092	cm ² / s	valvulas check	1	0,20	0,38
Ver tabla de viscosidades del agua			Uniones universales	7	0,80	10,72
			Union manguera		0,30	0,00
			neplos 6cm		0,50	0,00
			rosca tuerca		0,60	2,30
			Yees	3	0,40	18,37
			rosca manguera	16	0,60	2,87
			reductores	3	0,50	6,89
			T	1	3,60	4,02
			Tees	3	0,70	4,02
					l equiv. accesorio total l (m) :	54,03
CÁLCULOS:						
V =	13,69	m/ s	$V = \frac{(-1 \pm \sqrt{0,000008} \cdot B12^3 + (0,0006) \cdot B12^2 - 0,0462 \cdot B12 + 1,7453)}{100}$			
v ² / 2g =	9,55	m	l equiv. accesorio = E8*F8*(B59/1000)/B531			
Re =	298.061	adim.	l equiv. accesorio total = SUMA(G8:G22) 1m ³ = 1000lt			
f =	0,0104	adim.	V = (1273,24*B57)/(B59*B59)			
FUNCION-OBJ.	2,277		v ² / 2g = B529*B529/19,62			
l equiv. acc. total =	54,03	m	Re = B529*(B59/1000)/(B513/10000)			
L equiv. Total =	59,06	m	L equiv. Total = G523+B58			
Σh _f =	294,65	m	Σh _f = (B32)*(B35/(B9/1000))*B30			

Fuente: Hojas de cálculo, "Hidráulica de Fuentes Ornamentales e Instalaciones Acuáticas"

Accesorios de 1/2"

input data	PROGRAMA DE CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA EN UNA TUBERIA RECTA, REAL O EQUIVALENTE					
output data	AUTOR: Juan E. González Fariñas (jgfarina@ull.es)©					
ENTRADA DE DATOS:						
Q =	4,30	l / s	Accesorios de diám. Constante	Número	K accesorio	l equiv. Accesorio (m)
L recta total =	8,60	m	Codos manguera	6	0,50	
D interior =	13,00	mm	Codos rectos (radio medio)	8	0,80	7,96
			Codos rectos (radio corto)		0,90	0,00
ε =	0,007	mm	Codos de 45°	8	0,36	3,58
Temperatura =	25,0	(°C)	Electrovalvulas		0,19	0,00
V =	0,0092	cm ² / s	valvulas check		0,20	0,00
Ver tabla de viscosidades del agua			Uniones universales	4	0,80	3,98
			Union manguera	1	0,30	3,73
			neplos 6cm	6	0,50	17,91
			rosca tuerca	24	0,60	2,99
			Yees	6	0,40	5,22
			rosca manguera	7	0,60	0,00
			reductores		0,50	0,00
			T		3,60	17,42
			Tees	20	0,70	17,42
					l equiv. accesorio total 1 (m) :	80,21
CÁLCULOS:						
V =	32,40	m/ s	V = ((-1*0,000003)*B12^3+(0,0006)*B12^2-0,0462*B12+1,7453)/100			
v ² / 2g =	53,49	m	l equiv. accesorio = E8*F8*((\$B\$9/1000))/(\$B\$31)			
Re =	458.555	adim.	l equiv. accesorio total = SUMA(G8:G22) 1m^3 = 1000lt			
f =	0,0104	adim.	V = (1273,24*(\$B\$7)/(\$B\$9*\$B\$9))			
FUNCION-OBJ	2,379		v ² / 2g = \$B\$29*\$B\$29/19,62			
l equiv. acc. total =	80,21	m	Re = \$B\$29*((\$B\$9/1000))/(\$B\$13/10000)			
L equiv. Total =	88,81	m	L equiv. Total = \$G\$23+\$B\$8			
Σh _f =	3818,92	m	Σh _f = (B32)*(B35/(B9/1000))*B30			

Fuente: Hojas de cálculo, “Hidráulica de Fuentes Ornamentales e Instalaciones Acuáticas”

Pérdida total del sistema = 4113.57 m

3.1.2 Características de los chorros en la fuente.

El desarrollo de estos cálculos se lo realizo con la ayuda de las hojas de cálculo del Libro: “Hidráulica de Fuentes Ornamentales e Instalaciones Acuáticas”, del autor: Dr. Juan Eusebio Gonzales Fariñas.

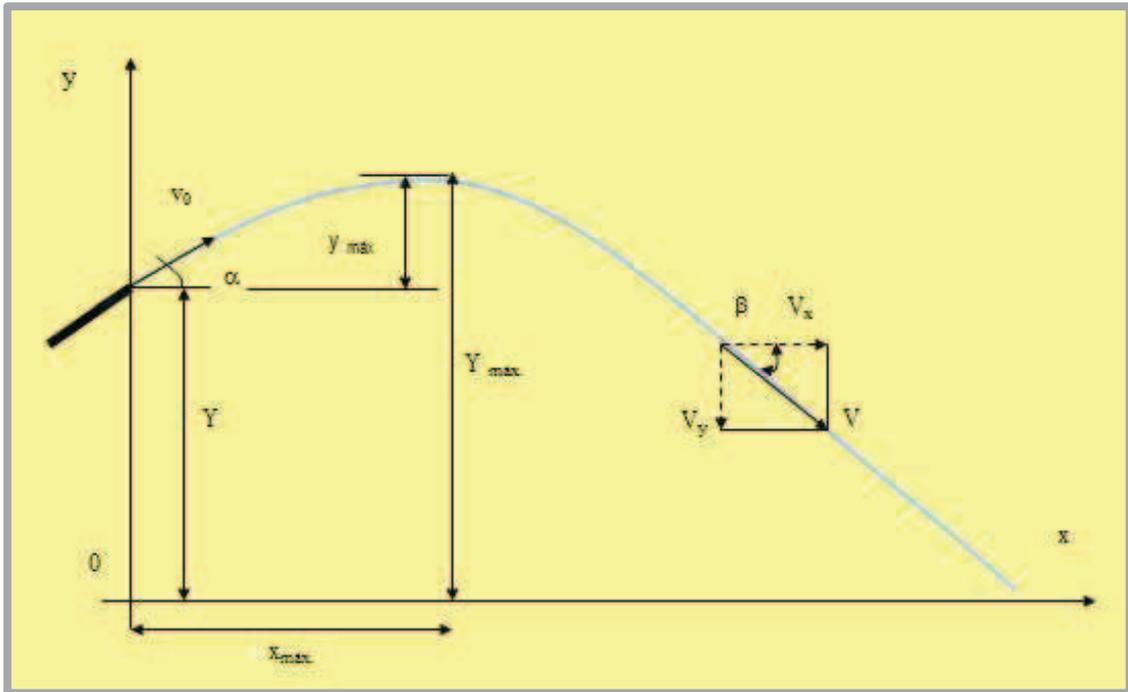


Figura III.55: Sistema de Referencia de Chorros

Fuente: Hojas de cálculo, "Hidráulica de Fuentes Ornamentales e Instalaciones Acuáticas"

$$\alpha = \frac{\pi \alpha_{\text{grados}}}{180}$$

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right) \left(\frac{d}{1000}\right)^2$$

A: Área de la boquilla

d: diámetro de la boquilla en mm

$$Q \text{ m}^3/\text{s} = A * V_0$$

Q m³/s: Caudal en la boquilla m³/s

$$Q = \frac{Q \text{ m}^3/\text{s} * 1000}{60}$$

Q: Caudal de la boquilla en lpm

$$\beta = \tan^{-1} \left[(\tan \alpha)^2 + 2 y \left(\frac{g}{V_o^2 (\cos \alpha)^2} \right)^2 \right]$$

β : Angulo del vector velocidad, con la horizontal, para valores dados de las coordenadas "x" e "y"

$$\beta_{\text{grados}} = \beta \frac{180}{\pi}$$

$$V_o = \sqrt{\left(\frac{X_{\text{max}}}{\cos \alpha} \right) \left[\frac{g}{[(2 X_{\text{max}} \tan \alpha) - 2 (y - Y)]} \right]}$$

En el punto de entrada: $y = 0$ y $x = X_{\text{max}}$

V_o : Velocidad de entrada

X_{max} : Alcance máximo del chorro en x

α = Angulo de inclinación del chorro a la salida

Y = Altura del punto de lanzamiento del chorro

g = gravedad 9.81 m/s^2

$$Y_{\text{max}} = \frac{1}{2} \frac{(V_o \text{ sen } \alpha)^2}{g} + Y$$

Y_{max} : altura máxima alcanzada por el chorro

La red poligonal de chorros AB está formada por dos entradas dispuestas una en frente de la otra nominadas, A y B, con la finalidad de que al ingresar la misma cantidad de agua por ambos extremos se obtenga aproximadamente la misma

altura en el sistema de chorros. Lo que se logro con variaciones de altura no muy significativas, gracias a que el diámetro de la red es pequeño. Esta red posee un total de 16 toberas, las mismas que fueron dispuestas de tres en tres en cuatro lados del polígono tal como se observa en la figura III.56



Figura III.56: Conexión de toberas AB exteriores

La red está compuesta por:

- 20 T de rosca PVC
- 4 Uniones universales
- 8 codos de rosca a 45°
- 16 tapones macho
- 8 neplós de 6 cm

Especificaciones Iniciales:

- X máx.= 27cm
- Y = 21.7cm
- $\alpha = 80^\circ$
- d= 3mm
- # Boquillas = 16

Hoja de Cálculo en Excel:

HIDRÁULICA DE FUENTES ORNAMENTALES

INPUT DATA CELL **AUTOR: Juan E. González Fariñas (jgfarina@ull.es)**
 OUTPUT DATA CELL

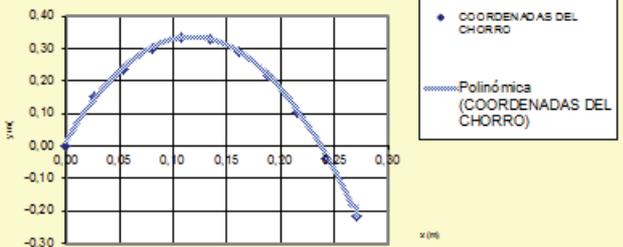
ENTRADA DE DATOS:

X_{máx} = m Y = m Ángulo α = °

VELOCIDAD DE SALIDA:		VELOCIDAD FINAL:		ÁNGULO FINAL (β):	
V =	<input type="text" value="2,60"/> m/s	V _{final} =	<input type="text" value="4,65"/> m/s	β =	<input type="text" value="86,13"/> °
CÁLCULOS DEL CAUDAL PARA UNA BOQUILLA DE DIÁMETRO "d":				NÚMERO BOQUILLAS:	
d =	<input type="text" value="3,00"/> mm	Q =	<input type="text" value="1,105"/> lpm	Q _{total} =	<input type="text" value="17,673"/> lpm

COORDENADAS DEL CHORRO

x (m)	y (m)
0,00	0,00
0,03	0,15
0,05	0,24
0,08	0,30
0,11	0,33
0,14	0,33
0,16	0,29
0,19	0,22
0,22	0,11
0,24	-0,04
0,27	-0,22



$$V_o = (B6/\text{COS}(H6^*3,1416/180)) * ((9,81/2)/((\text{TAN}(H6^*3,1416/180))^*B6+E6))^*0,5$$

$$V_f = (((B10^*\text{SENO}(H6^*3,1416/180))+(19,62^*E6)^*0,5)^*2)+(B10^*\text{COS}(H6^*3,1416/180))^*2)^*0,5$$

$$\beta = \text{ATAN}((((E10^*\text{SENO}(H6^*3,1416/180))+(19,62^*E6)^*0,5)^*2)+(E10^*\text{COS}(H6^*3,1416/180))^*2)^*0,5)/(B10^*\text{COS}(H6^*3,1416/180))^*180/3,1416$$

$$Q = B10^*((3,1416/4)^*(B12/1000)^*2)^*60000$$

$$Q_{\text{total}} = E12^*111$$

$$\text{Coordenadas del chorro} = (\text{TAN}(H6^*3,1416/180))^*A16-(0,5^*A16^*2)^*(9,81/((B10^*2)^*(\text{COS}(H2^*3,1416/180))^*2))$$

Fuente: Hojas de cálculo, “Hidráulica de Fuentes Ornamentales e Instalaciones Acuáticas”

Características Obtenidas:

- V_o = 2.6 m/s
- V_f = 4.65 m/s

- $\beta = 86.13^\circ$
- $Q = 1.105 \text{ lpm}$
- $Q_{\text{total}} = 17.673 \text{ lpm}$

Los chorros C, D, E, F y G fueron creados con la utilización de toberas formadas por una rosca tuerca de $\frac{1}{2}$ " y un tapón hembra con una perforación de 3mm de diámetro, las mismas que se instalaron en la base de la pileta donde previamente ya habían sido colocados y pegados seis codos MH de 90° , alrededor del drenaje de succión de la fuente, estas toberas se hallan interconectadas de dos en dos.

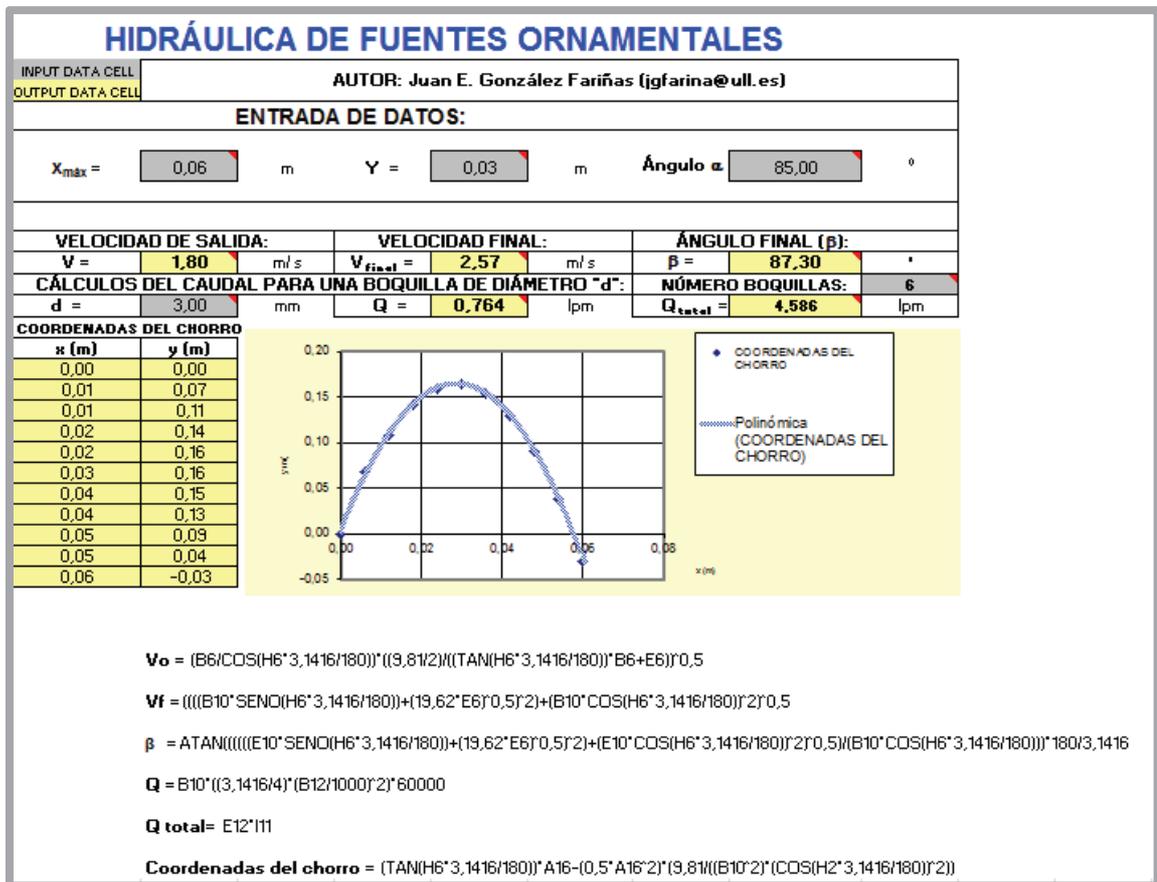


Figura III.57: Red de toberas C, D, E, interiores

Especificaciones Iniciales:

- $X_{\text{máx.}} = 6 \text{ cm}$
- $Y = 3 \text{ cm}$
- $\alpha = 85^\circ$
- $d = 3 \text{ mm}$
- # Boquillas = 6

Hoja de Cálculo Excel:



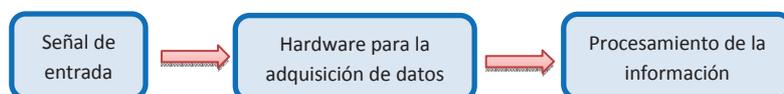
Fuente: Hojas de cálculo, “Hidráulica de Fuentes Ornamentales e Instalaciones Acuáticas”

Características Obtenidas:

- $V_o = 1.8$ m/s
- $V_f = 2.57$ m/s
- $\beta = 87.30^\circ$
- $Q = 0.764$
- $Q_{total} = 4.586$

3.2 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Para hablar de un sistema de adquisición de datos son necesarios:



En este sistema la señal de entrada es la música, la misma que es adquirida por el puerto de entrada de audio de la tarjeta de adquisición de datos NImyDAQ de la National Instruments, para el procesamiento de ella fue necesaria la implementación de un programa en Labview, el que está compuesto por:

La función DAQ assistant: Fue empleada para realizar la captura de señales a través de la tarjeta de adquisición de datos en este caso sonido, además tiene opciones para modificar la frecuencia de muestreo, el tipo de señal que se va a adquirir (voltaje, corriente, temperatura, sonido, etc.) y opciones para seleccionar el canal con el que se desea trabajar.

Esta función fue configurada de la siguiente forma:

Rango de voltajes: Tanto para entrada y salida fue establecido de -2 a 2 voltios.

Samples to Read: 5k

Rate: 40k

Con estos datos se puede terminar cada cuanto tiempo se realiza la adquisición de datos:

$$t = \frac{\#muestras}{\frac{muestras}{seg}} = \frac{5k}{40k} = 0.125seg$$

Modo de adquisición de datos: Continuo

El resto de parámetros fueron dejados con sus valores por defecto.

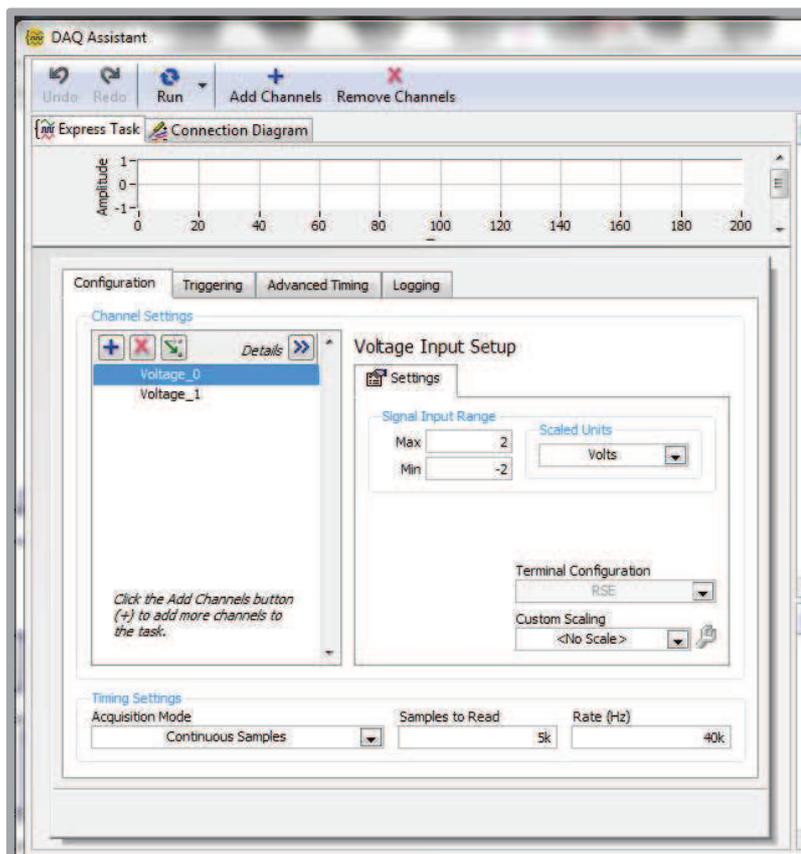


Figura III.58: Configuración del DAQ Assistant

Filtros:

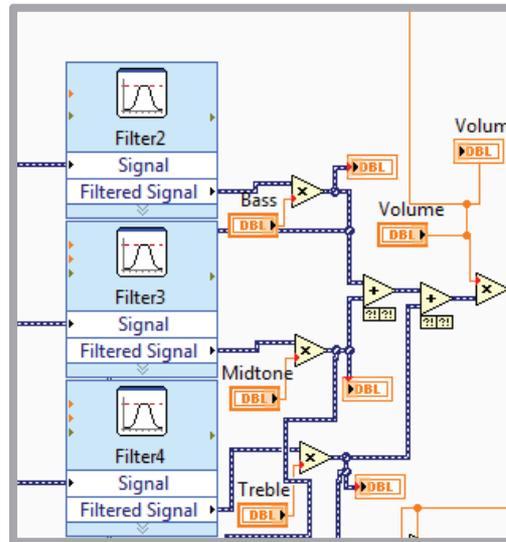


Figura III.59: Filtros en Labview

Fueron usados con la finalidad de dejar pasar las bandas de frecuencia dentro de las cuales están las señales de audio (20HZ a 20kHz), además de que permiten ecualizar la señal de entrada, para lo que se establecieron tres filtros Butterworth de orden 3, ya que en estos la salida se mantiene constante casi hasta la frecuencia de corte, luego disminuye a razón de 20n dB por década.

Filtro para Bajos: Se estableció como frecuencia de corte 400Hz

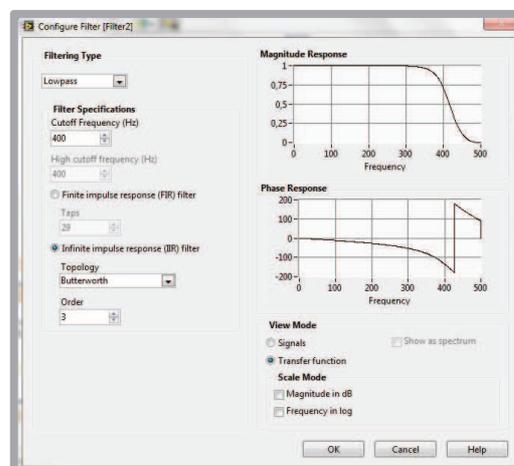


Figura III.60: Configuración Filtro pasa bajos

Filtro para medios: Se estableció frecuencias de corte de 400 Hz a 1000Hz.

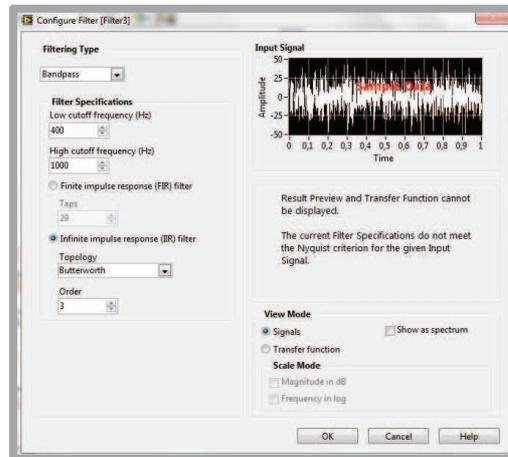


Figura III.61: Configuración de filtro pasa medios

Filtros para altos: Las frecuencias de corte son de 1000 Hz a 5000 Hz, ya que en música se considera que las frecuencias solamente llegan hasta los 5000Hz.

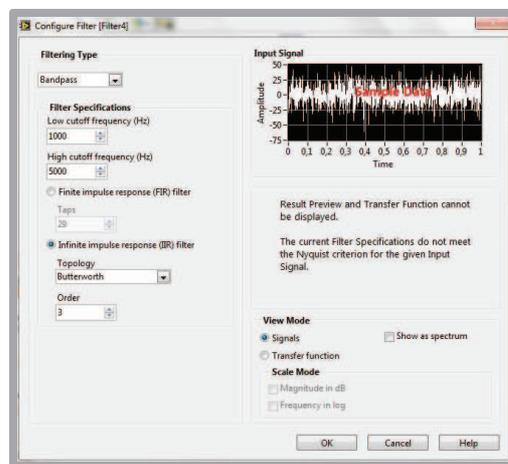


Figura III.62: Configuración del filtro pasa altos

La función Tone Extraction: permite hallar el tono simple de mayor amplitud, es decir el que para el oído humano es el de mayor intensidad.

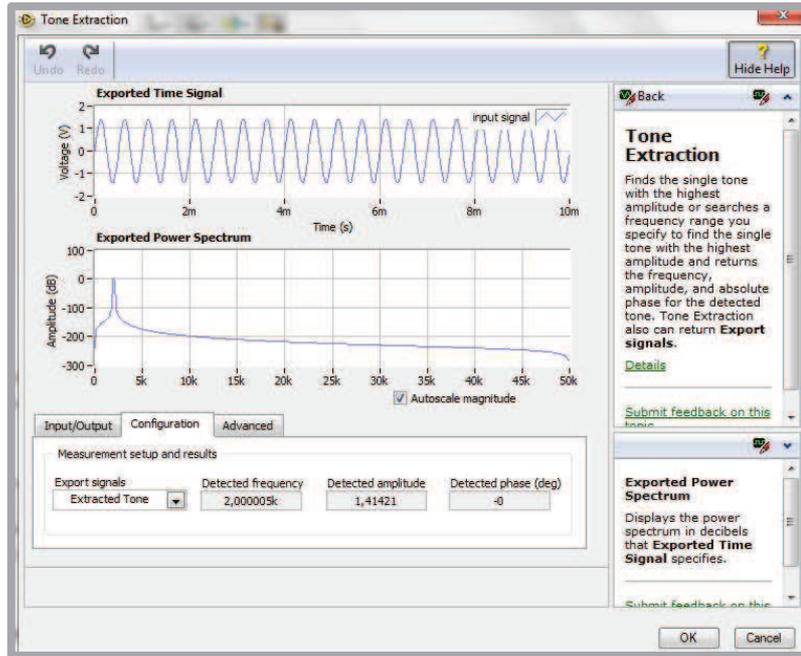


Figura III.63: Configuración de la función Tone Extraction

Posteriormente se realiza una selección de tonos a partir de determinados rangos de frecuencia que se consideraron son los más relevantes, los cuales están divididos de la siguiente manera:

RANGOS DE FRECUENCIA

En base a varias pruebas realizadas, se determino la siguiente división de rangos de frecuencia, como la mejor para el desempeño del Sistema.

Rango 1 - De 20 Hz a 150 Hz

Rango 2 - De 150 Hz a 270 Hz

Rango 3 - De 270 Hz a 420 Hz

Rango 4 - De 420 Hz a 900 Hz

Rango 5 - Frecuencias mayores a 900 Hz

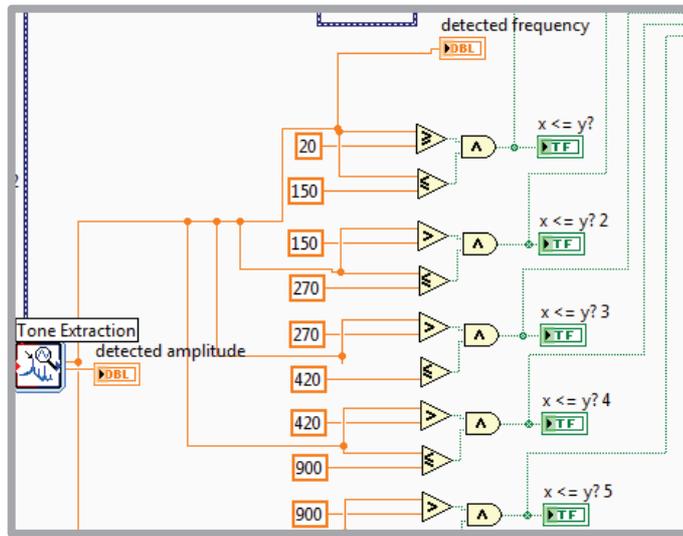


Figura III.64: Configuración rangos de frecuencias

Con estos rangos se realiza la activación de cada una de las salidas digitales de la NImyDAQ, las que van a activar los puertos establecidos en un Atmega8, en el que se desarrollaran las diferentes secuencias que han sido previamente programadas en este.

Spectral Measurements: Se utilizo esta función con la finalidad de obtener la grafica de Potencia Vs. Frecuencia.

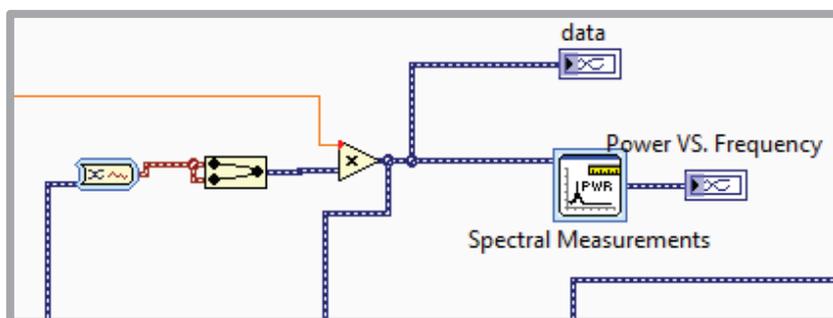


Figura III.65: Configuración para grafica Potencia Vs. Frecuencia

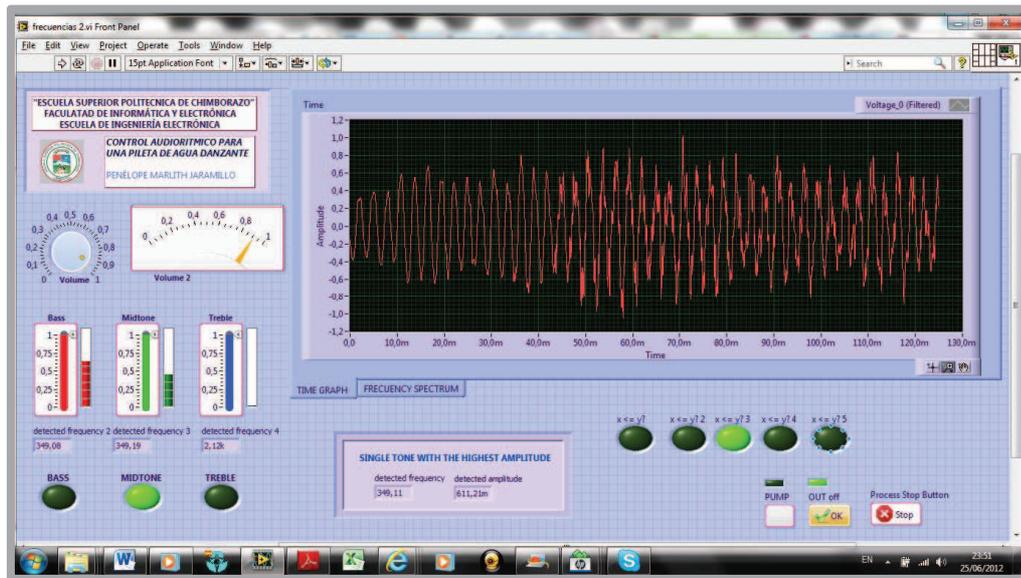


Figura III.66: Panel principal del programa en ejecución

En la Figura III.66, se observa el panel principal del programa, el mismo que está compuesto por los controles de volumen y atenuación de bandas, y los indicadores de frecuencias en cada banda, a la izquierda. Un contenedor para las graficas de Tiempo Vs. Amplitud y Frecuencia Vs. Amplitud a la derecha superior, un panel indicador de la frecuencia y amplitud del tono con la mayor amplitud, unos leds indicadores del comportamiento de las salidas, un botón para la activación y desactivación de la bomba y dos botones para el control de apagado de sistema (OUT off este botón pone en cero todas las salidas de la NImyDAQ y Process Stop Button que tiene la función de detener la ejecución del programa siempre y cuando el botón OUT off este activo).

3.3 MODULO DE SECUENCIAS

En el presente modulo se utilizo a los pines D0, D1, D2, D3 y D4 como entradas que servirán para identificar cada uno de los rangos establecidos R1, R2, R3, R4, R5, con lo que se comandara las diferentes secuencias programadas en el Atmega8, los

pinos C3, C2, C1, C0, B5, B4 y B3 fueron usados para la activación de las electroválvulas EVA, EVB, EVC, EVD, EVE, bpsA, bpsB, respectivamente. Para el circuito de iluminación se usaron los pines B2, B1 y B6 con los que se activó los pines Red, Green y Blue del circuito para la gama de colores. Y los pines B7, D5, D6, D7 y B0 para activar las luces LA, LB, LC, LD, LE respectivamente. Además cabe mencionar que la tarjeta cuenta con un regulador de voltaje a 5Vdc, un dip switch de cuatro pines (pin1 va conectado al regulador, y el pin2 es para una entrada directa de 5 voltios), el mismo que permite la alimentación al circuito en ON y debe ser desactivado para realizar la programación del Atmega8 a través de los respectivos puertos MOSI, MISO, SCK, RESET, VCC, GND, que también han sido incorporados a la tarjeta. (Figura III.67)

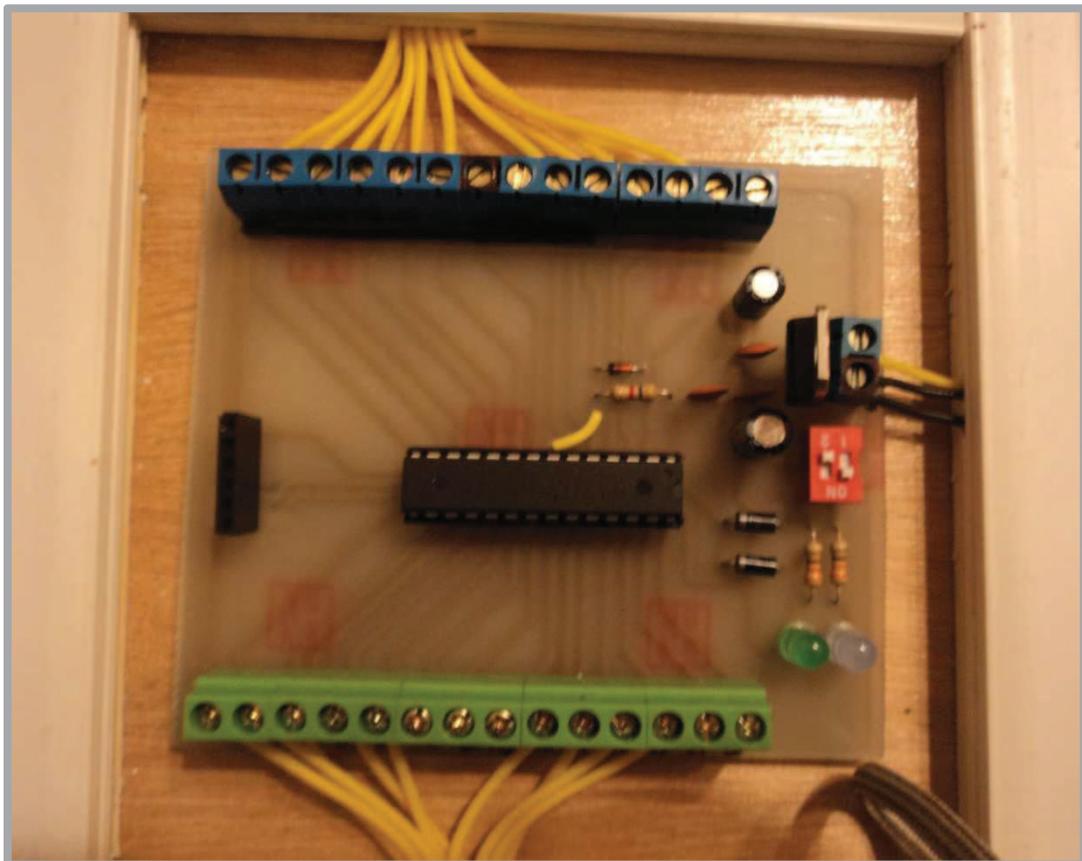


Figura III.67: Modulo de secuencias con el Atmega8

El programa implementado en el Atmega8 que permite el control de las salidas implementado en Bascom AVR, es el siguiente:

```
$regfile = "m8def.dat"
```

```
$crystal = 8000000
```

```
Ddrd.0 = 0 : Portd.0 = 1
```

```
Ddrd.1 = 0 : Portd.1 = 1
```

```
Ddrd.2 = 0 : Portd.2 = 1
```

```
Ddrd.3 = 0 : Portd.3 = 1
```

```
Ddrd.4 = 0 : Portd.4 = 1
```

```
Config Portd.5 = Output
```

```
Config Portd.6 = Output
```

```
Config Portd.7 = Output
```

```
Config Portb = Output
```

```
Config Portc = Output
```

```
R1 Alias Pind.0
```

```
R2 Alias Pind.1
```

```
R3 Alias Pind.2
```

```
R4 Alias Pind.3
```

R5 Alias Pind.4

L_a Alias Portb.7

L_b Alias Portd.5

L_c Alias Portd.6

L_d Alias Portd.7

L_e Alias Portb.0

Red Alias Portb.2

Green Alias Portb.1

Blue Alias Portb.6

Eva Alias Portc.3

Evb Alias Portc.2

Evc Alias Portc.1

Evd Alias Portc.0

Eve Alias Portb.5

Bpsa Alias Portb.4

Bpsb Alias Portb.3

Dim T1 As Word

Dim T2 As Word

Do

T1 = 300

T2 = 50

Red = 0 : Green = 0 : Blue = 0

L_a = 0 : L_b = 0 : L_c = 0 : L_d = 0 : L_e = 0

Eva = 0 : Evb = 0 : Evc = 0 : Evd = 0 : Eve = 0 : Bpsa = 0 : Bpsb = 0

If R1 = 1 Then

Red = 1 : Green = 1 : Blue = 0

Eva = 1

L_a = 1

Evb = 1

L_b = 1

Waitms T1

End If

If R2 = 1 Then

Red = 1 : Green = 0 : Blue = 0

Eva = 1 : Bpsa = 1

L_a = 1

Evb = 1 : Bpsb = 1

L_b = 1

Evd = 1

L_d = 1

Waitms T1

End If

If R3 = 1 Then

Red = 0 : Green = 1 : Blue = 0

Evd = 1

L_d = 1

Eve = 1

L_e = 1

Evc = 1

L_c = 1

Waitms T1

End If

If R4 = 1 Then

Red = 0 : Green = 0 : Blue = 1

Eva = 1

L_a = 1

Bpsa = 1

Evb = 1

L_b = 1

Bpsb = 1

Eve = 1

L_e = 1

Evc = 1

L_c = 1

Waitms T1

End If

If R5 = 1 Then

Red = 1 : Green = 1 : Blue = 1

Eva = 1

L_a = 1

Evb = 1

L_b = 1

Evc = 1

L_c = 1

Evd = 1

L_d = 1

Eve = 1

L_e = 1

Waitms T1

End If

Loop

End

3.4 DISEÑO DE LAS LUCES.

Para efectos de diseño de las luces se tomo a consideración los siguientes parámetros estándar de voltaje y corriente de operación de los leds.

V alimentación= 5V

V leds= 1.8V

I leds= 0.015A

$$5V - 1.8V = 3.2V$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{3.2V}{0.015A}$$

$$R = 212.333\Omega$$

Por lo tanto se dispuso para el diseño resistencias de 220 Ω .

Los leds dentro de cada tarjeta fueron ubicados en paralelo con masa común, al igual que las conexiones entre las luces. (Figura III.68)

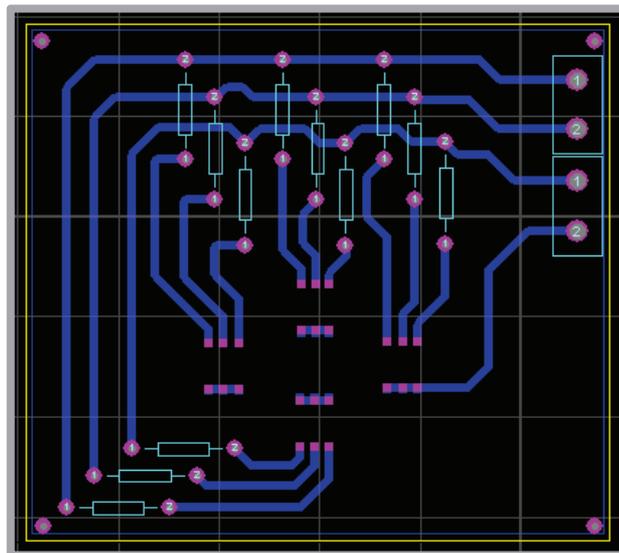


Figura III.68: Diagrama de las luces diseñado en Proteus

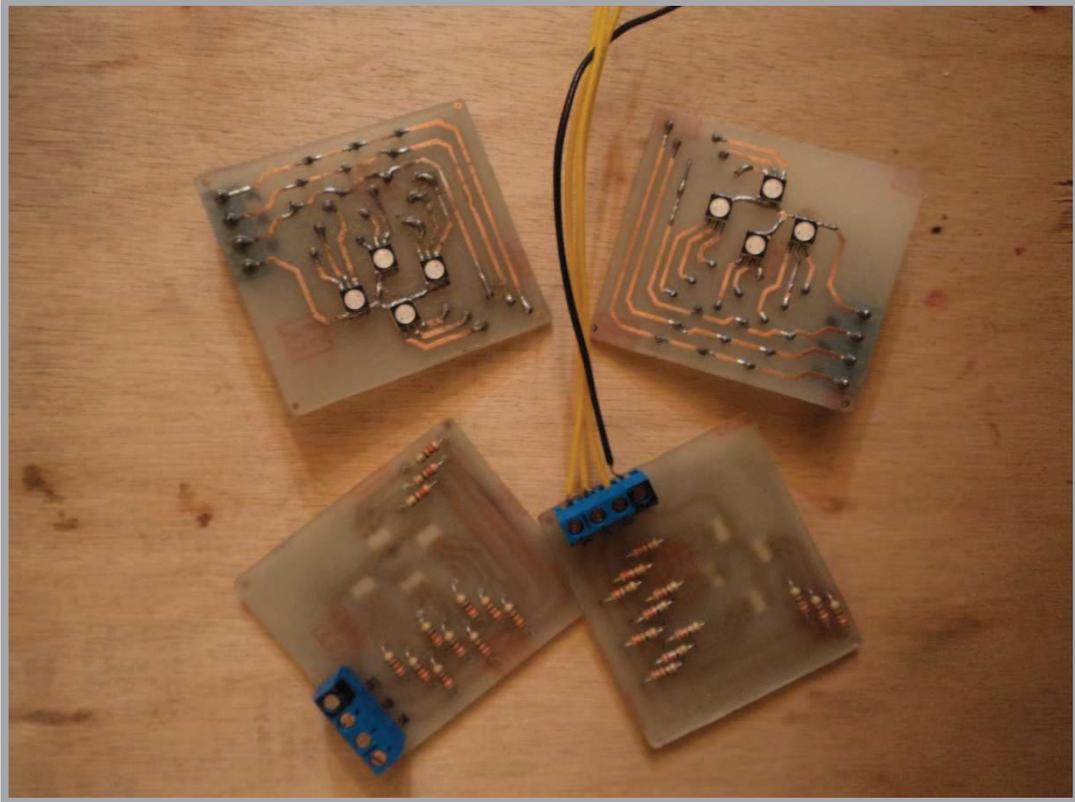


Figura III.69: Tarjeta de luces RGB smd

Las luces diseñadas fueron insertadas en cajas petris las mismas que fueron selladas con varias capas de cemento de contacto, un capa de silicona y nuevamente se las cubrió con una capa de cemento de contacto con la finalidad de aislarlas y hacerlas resistentes al agua, de acuerdo a los índices de protección IP estas luces vendrían a tener un índice de protección IP 68 totalmente aisladas del polvo y resistentes a inmersiones prolongadas.

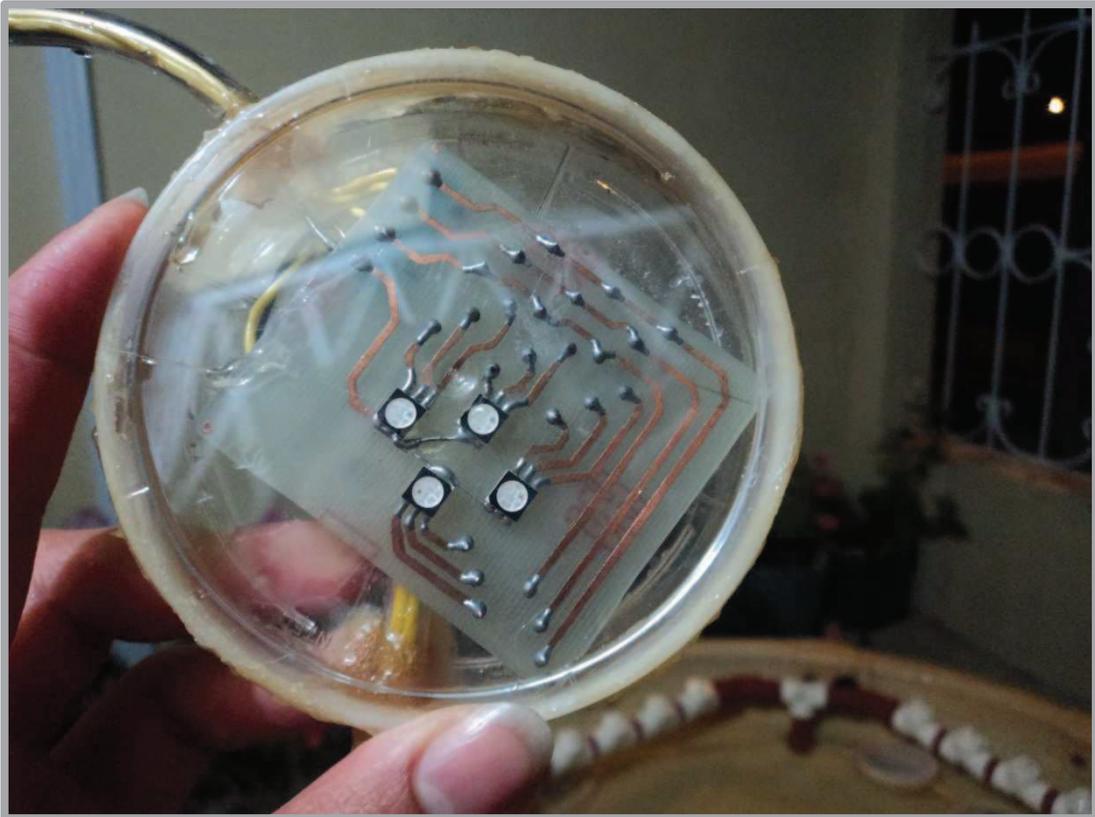


Figura III.70: Luces selladas en cajas petri

3.5 CONTROL DE LAS ELECTROVÁLVULAS

El presente circuito fue desarrollado tomando en cuenta que la carga que se va a activar funciona a 110V y tiene un consumo menor a 1 Amperio. Por lo que para su efecto se utilizó el moc3021 que es un optoacoplador que a su etapa de salida tiene un fototriac (este dispositivo permite separar la etapa de potencia que trabaja con corriente alterna con la etapa de activación que trabaja con corriente directa), un triac BT136 que soporta hasta 4 Amperios (permite la conmutación de las salidas), dos capacitores de 0.01uF a 400V, resistencias dos de 220 Ω , 3.9k Ω , 39 Ω , 1k Ω . En las Figuras III.71 y III.72 se puede observar el diagrama del circuito de activación para una electroválvula.

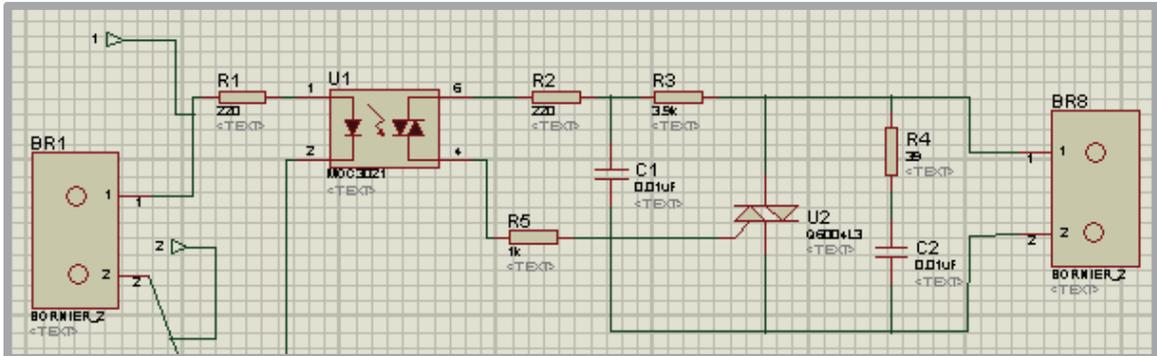


Figura III.71: Diagrama de activación de una electroválvula ISIS Proteus

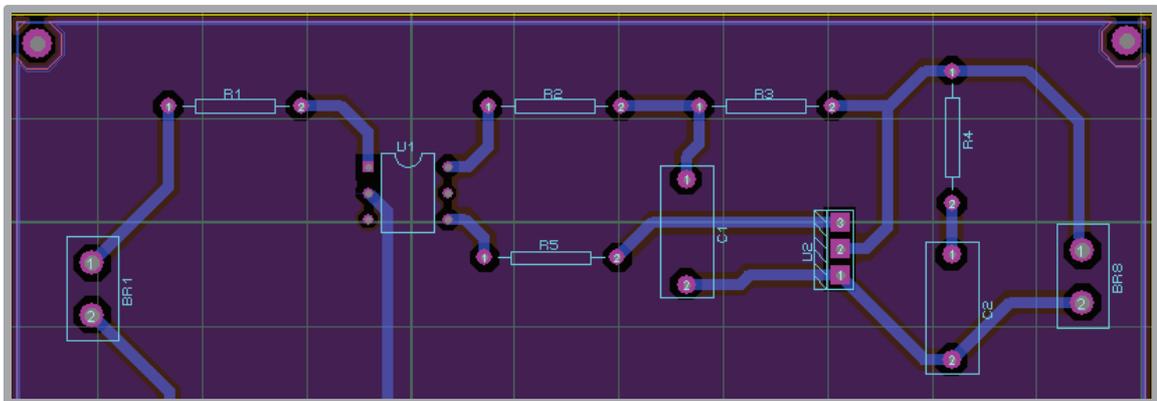


Figura III.72: Diagrama de activación de una electroválvula ARES Proteus

La tarjeta diseñada (Figura III.73) permite la activación de 7 salidas, en las borneras de entrada van conectadas las salidas asignadas en el modulo de secuencias para la activación de las electroválvulas, el octavo pin va a tierra y a las salidas de la presente tarjeta van conectadas a una de las terminales de 110V directamente y a la carga.

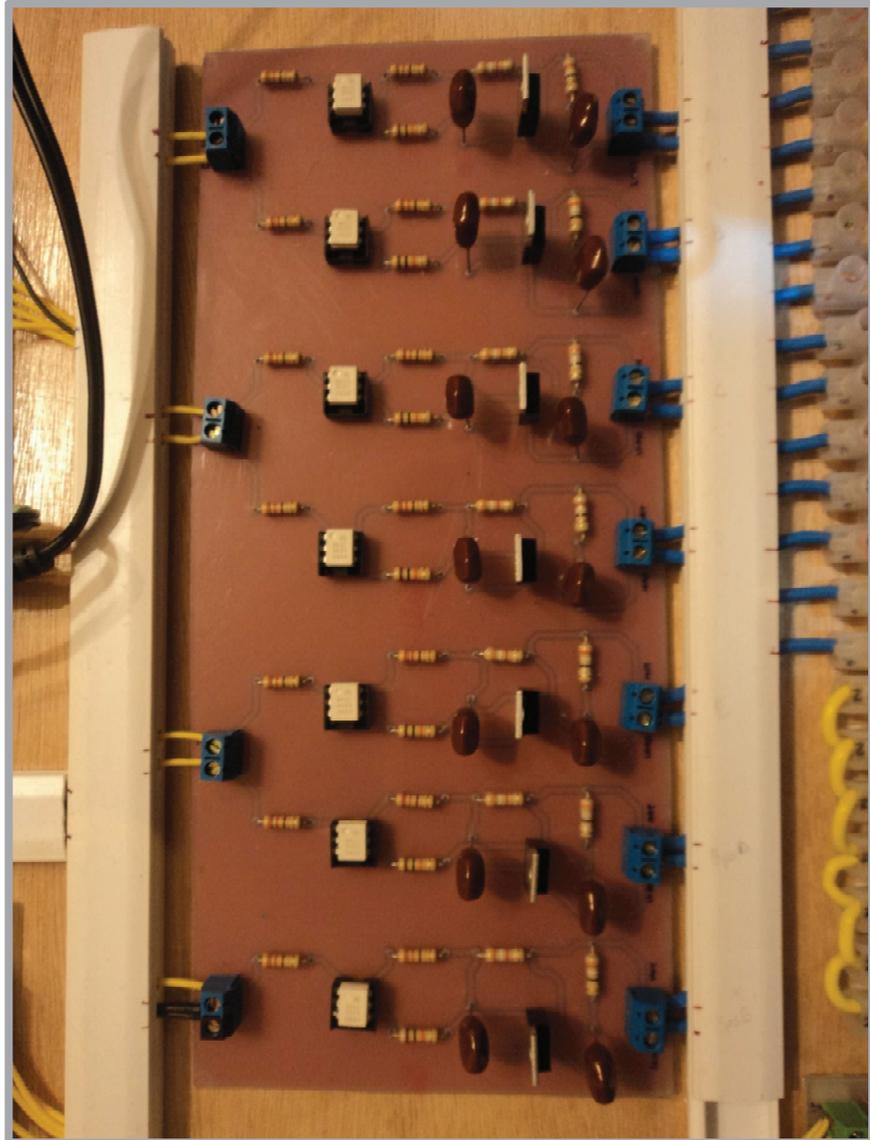


Figura III.73: Tarjeta electrónica para el control de 7 electroválvulas 110VAc

3.6 CONTROL DE LAS LUCES

Este circuito fue diseñado tomando en cuenta que la carga que se va a manejar es funciona con corriente continua, por lo que para su efecto se utilizo un 4N25, este optoacoplador que a su etapa de salida tiene un foto transistor nos permite aislar el circuito de activación con el de potencia, un transistor MOSFET canal P IRF 9540, el mismo que permite la conmutación de la señal, una resistencia de 330Ω y otra resistencia de $4.7k\Omega$.

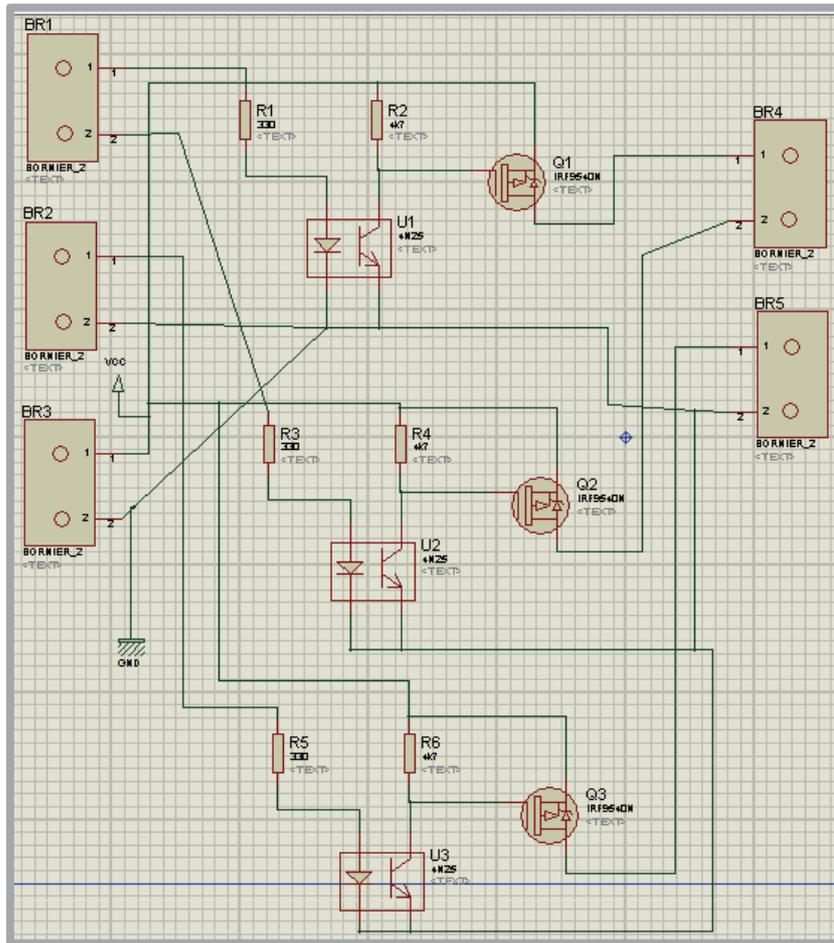


Figura III.74: Diagrama para el control de las luces en ISIS Proteus

Cada una de las tarjetas implementadas (Figura III.76), cuentan con seis terminales de entrada, de las cuales las tres primeras serán conectadas a los pulsos de activación, las dos siguientes a masa, y la ultima al voltaje para la alimentación de las cargas, en este caso cada tarjeta fue implementada de esta forma ya que se comandaran tres salidas Red, Green y Blue. A las borneras ubicadas en la salida van conectadas tres salidas y un terminal para masa.

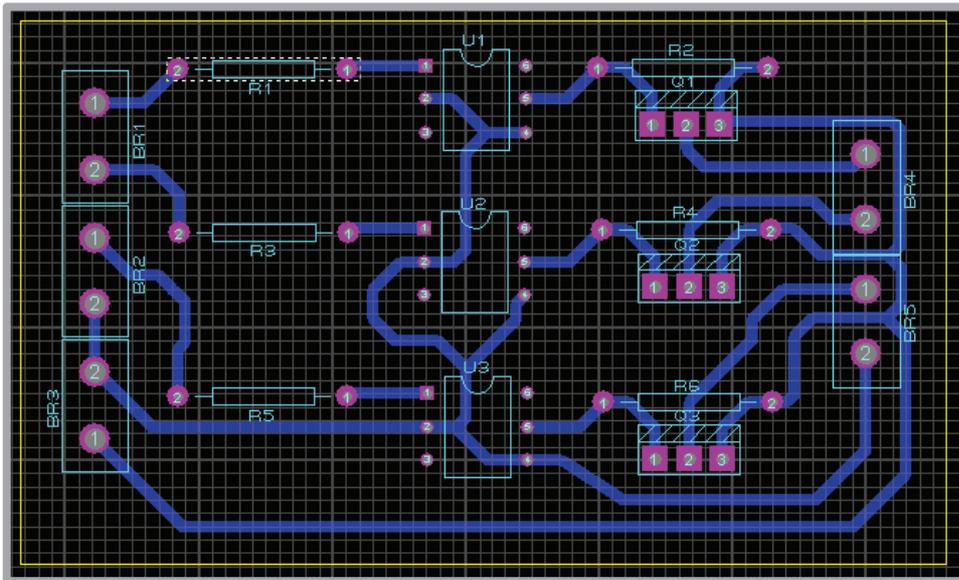


Figura III.75: Diagrama para el control de las luces en ARES Proteus

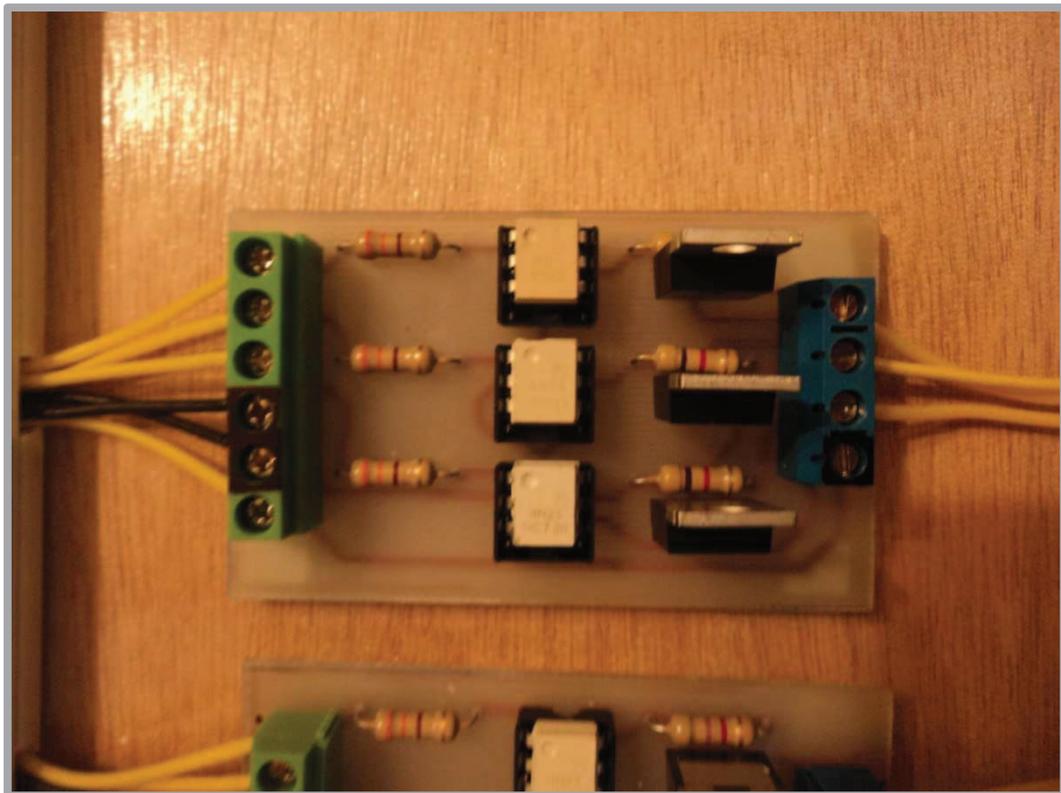


Figura III.76: Tarjeta para el control de las luces led RGB

Debido a la necesidad de conmutar para cada luz tres entradas Red, Green y Blue de la gama de colores y a que no todas serán activadas al mismo tiempo se dispuso

la conexión Figura III.77 entre circuitos, de tal forma que al modulo de secuencias van conectadas tres tarjetas la primera será para comandar el intercambio de colores, y las dos siguientes determinaran a su vez que luces se encenderán, por lo que su salidas irán conectadas a la entrada de voltaje que alimenta a cada uno de los cinco circuitos que activan las luces montadas en la piletta A, B, C, D, E.

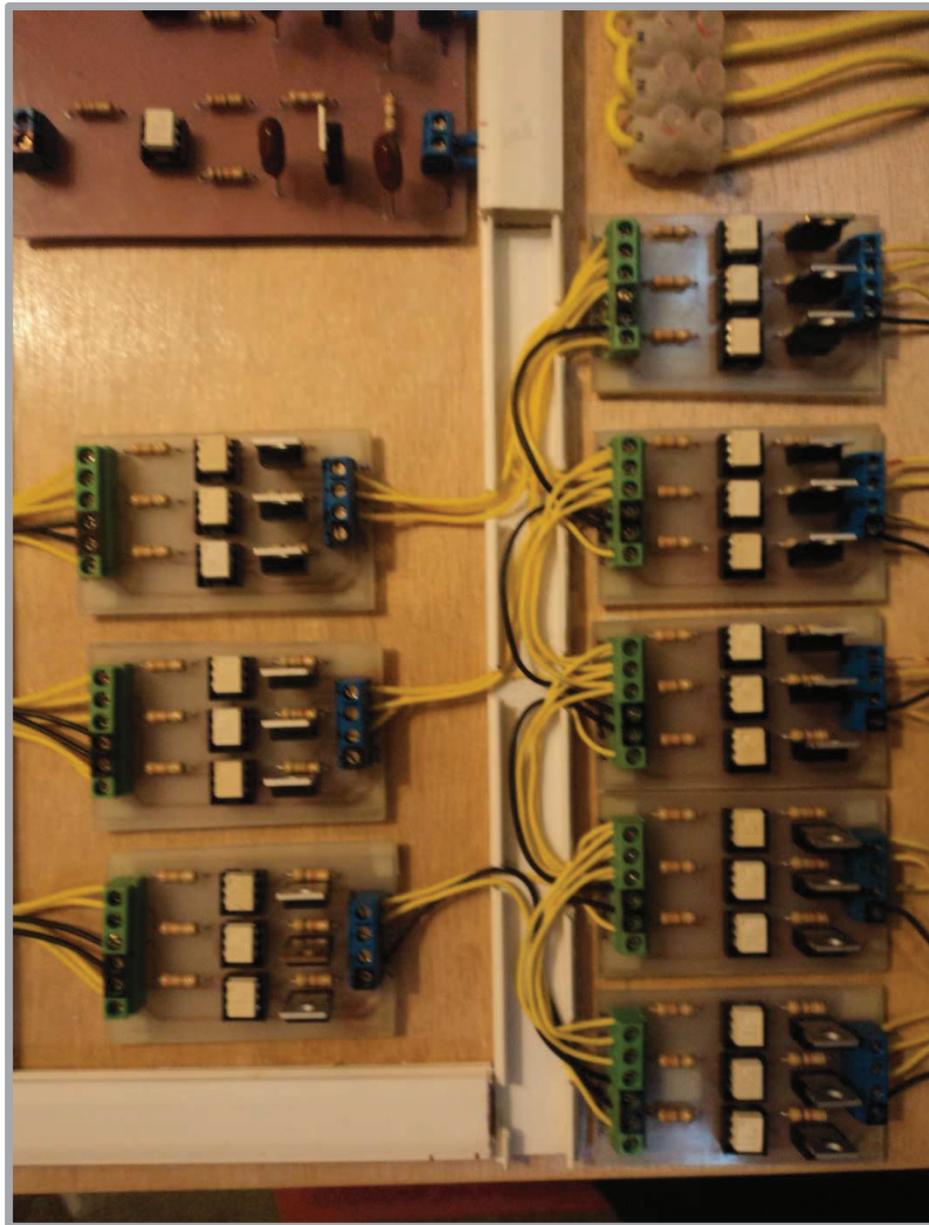
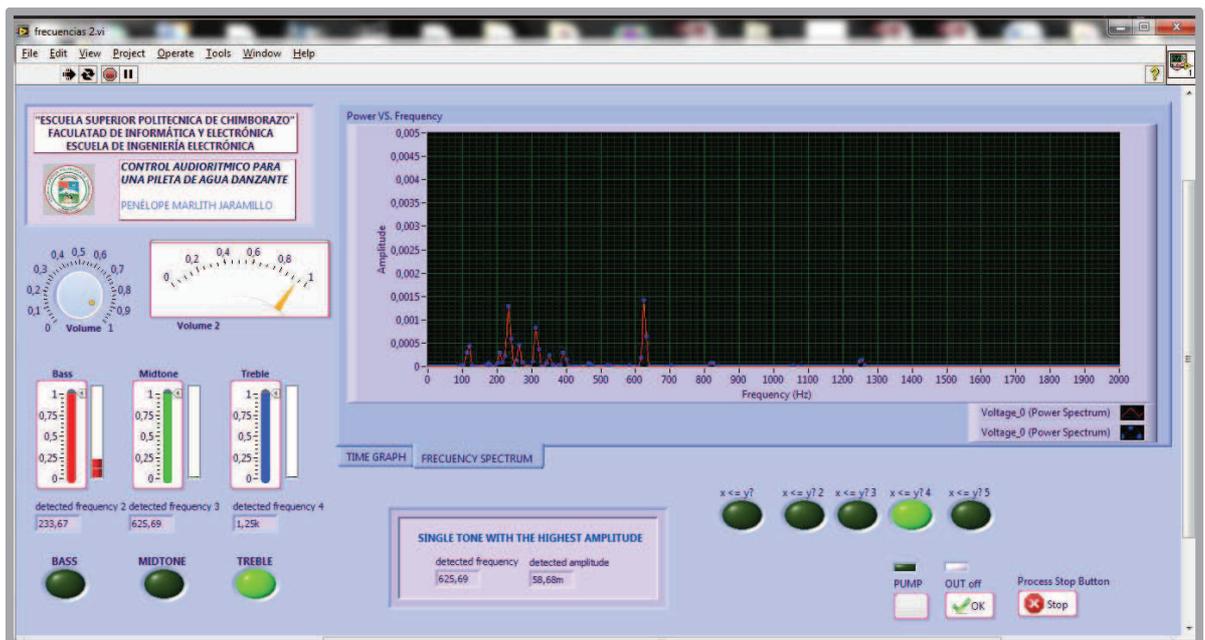


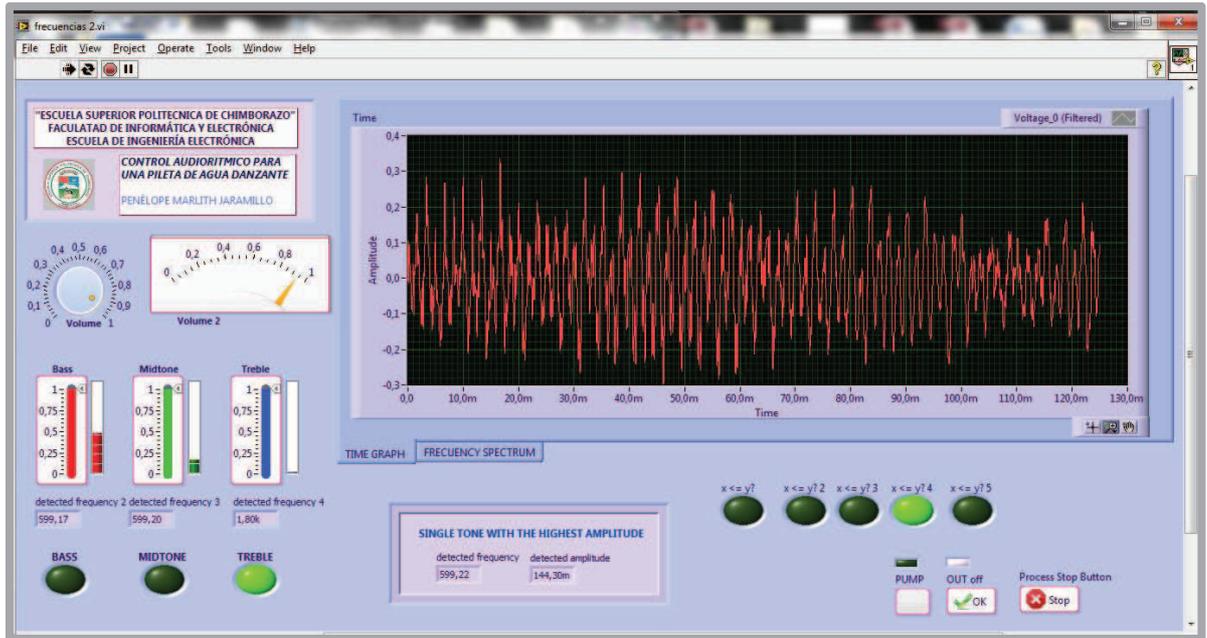
Figura III.77: Interconexión entre tarjetas para el control del juego de luces

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Captura de pantalla del Sistema con la Melodia: Secret Garden



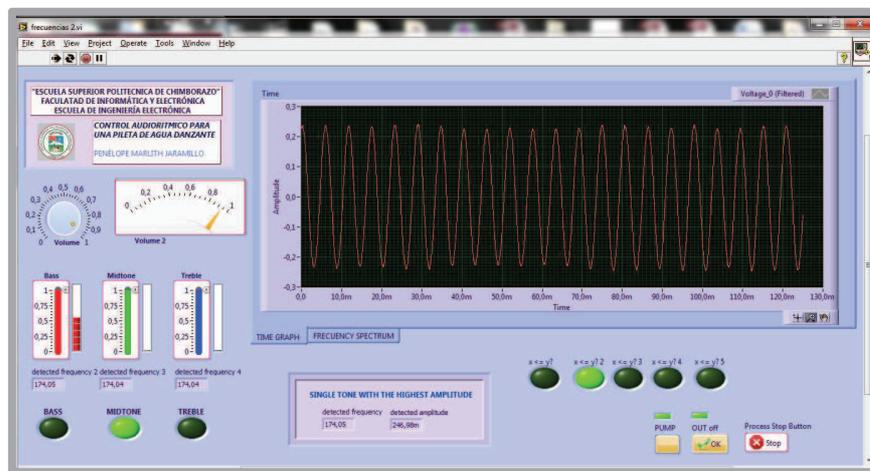


El sistema interactua y se comporta diferente de acuerdo a cada melodia.

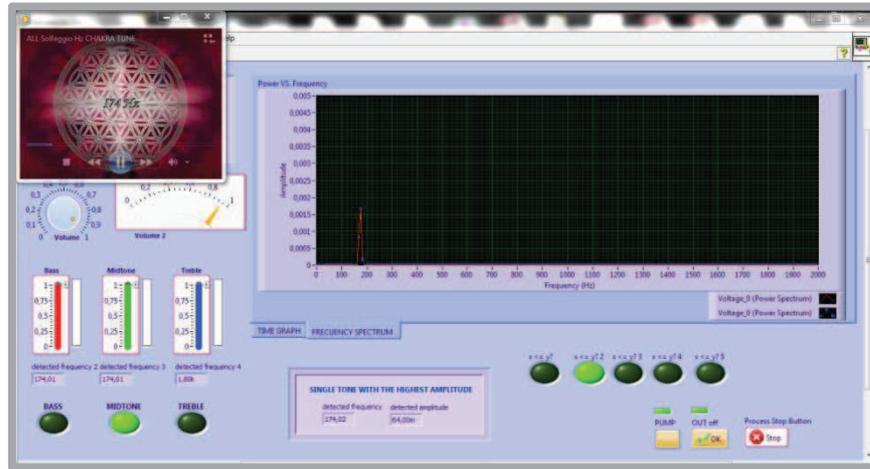
PRUEBAS DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA A FRECUENCIAS CONSTANTES.

$$f = 174 \text{ Hz}$$

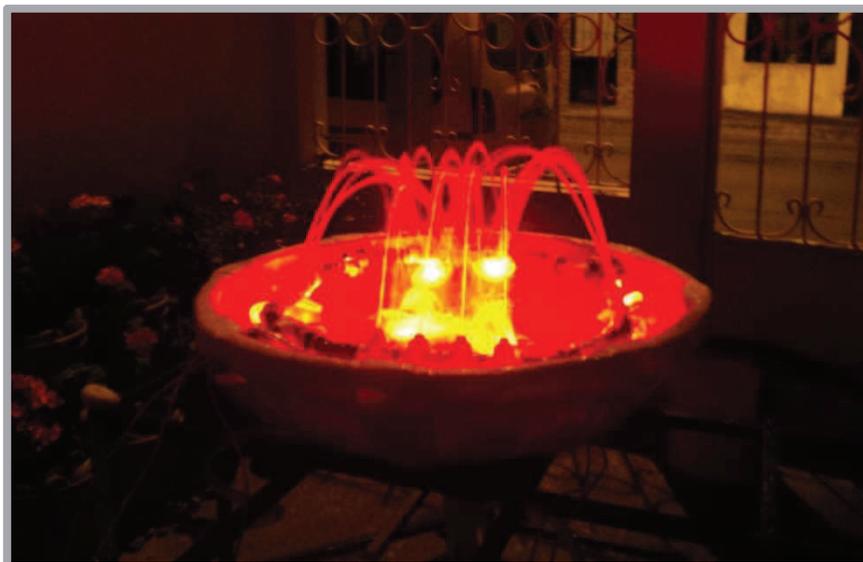
Grafica de la Amplitud Vs. Tiempo del comportamiento del sistema a una frecuencia de 174 Hz.



Grafica de la Potencia Vs. Frecuencia del comportamiento del sistema en una frecuencia de 174 Hz.

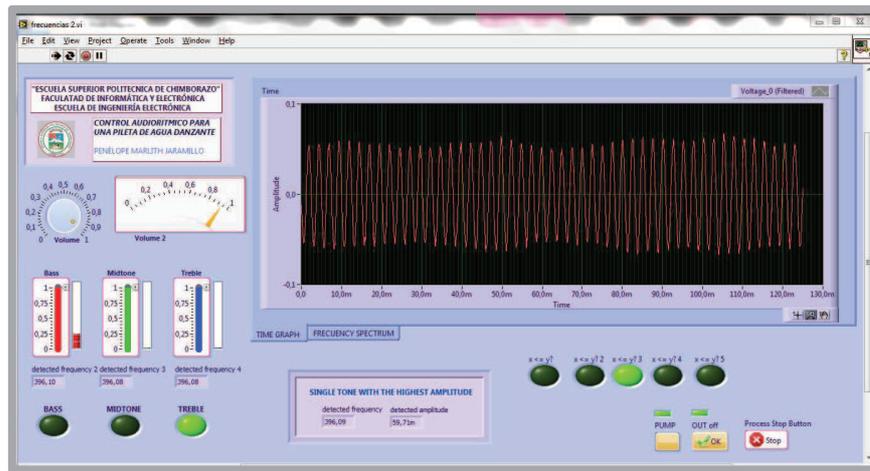


Si las frecuencias del sistema se encuentran en un rango de 150 Hz a 270 Hz, el sistema responde activando las electrovalvulas A, B y D con sus respectivas luces en color rojo.

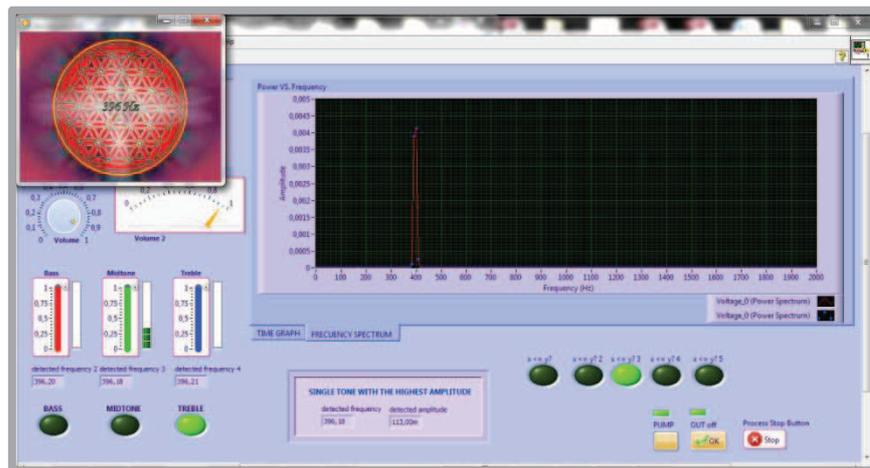


$f = 396 \text{ Hz}$

Grafica de la Amplitud Vs. Tiempo del comportamiento del sistema a una frecuencia de 396 Hz.



Grafica de la Potencia Vs. Frecuencia del comportamiento del sistema en una frecuencia de 396 Hz.

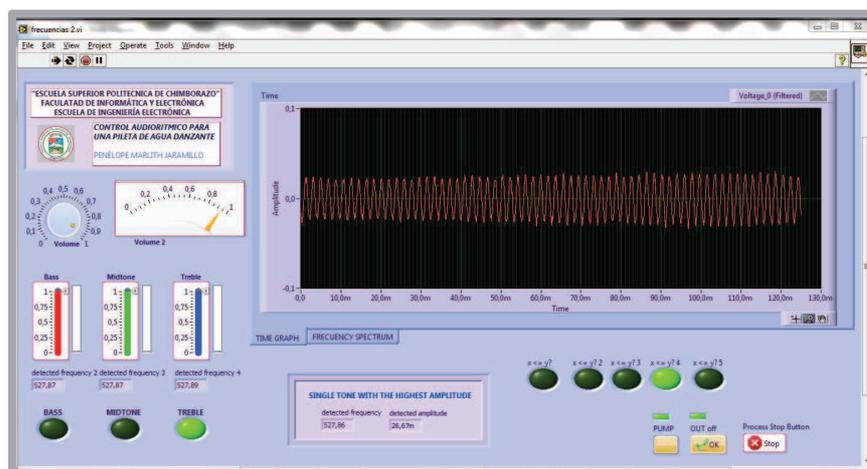


Si las frecuencias del sistema se encuentran en un rango de 270 Hz a 420 Hz, el sistema responde activando las electrovalvulas C, D y E con sus respectivas luces en color verde.



$f = 528 \text{ Hz}$

Grafica de la Amplitud Vs. Tiempo del comportamiento del sistema a una frecuencia de 528 Hz.

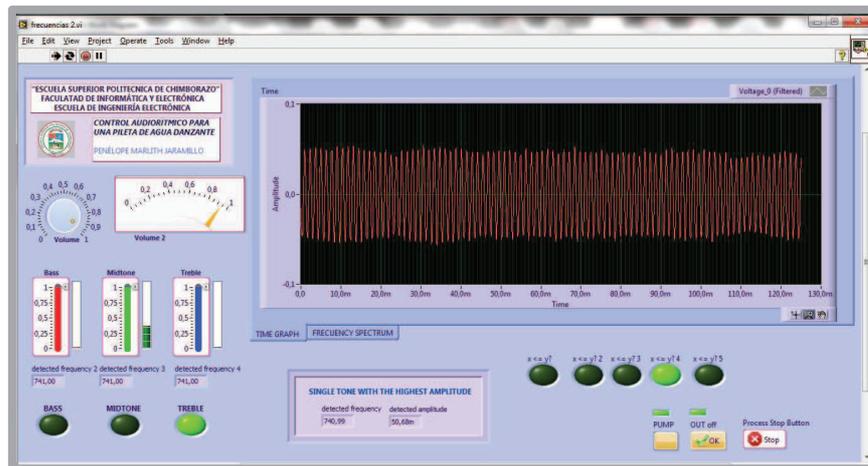


Grafica de la Potencia Vs. Frecuencia del comportamiento del sistema en una frecuencia de 528 Hz.



$f = 741 \text{ Hz}$

Grafica de la Amplitud Vs. Tiempo del comportamiento del sistema a una frecuencia de 741Hz.



Grafica de la Potencia Vs. Frecuencia del comportamiento del sistema en una frecuencia de 741 Hz.

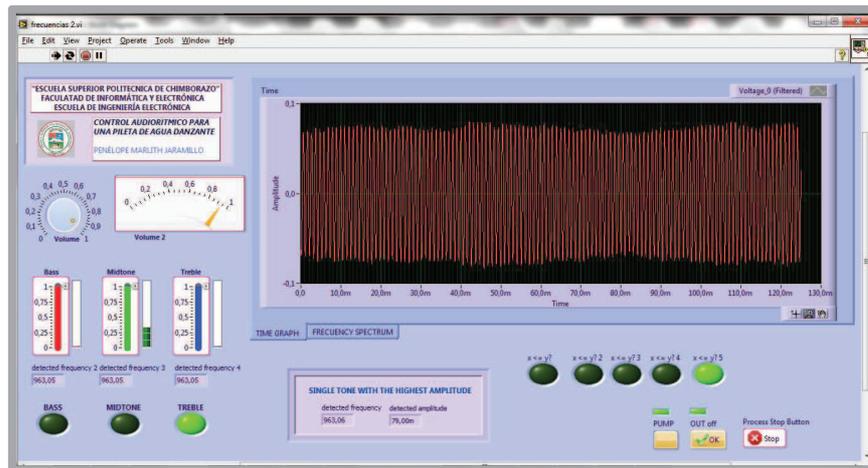


Si las frecuencias del sistema se encuentran en un rango de 420 Hz a 900 Hz, el sistema responde activando las electrovalvulas A,B,E,C y los bypass de A y B con sus respectivas luces en color azul.

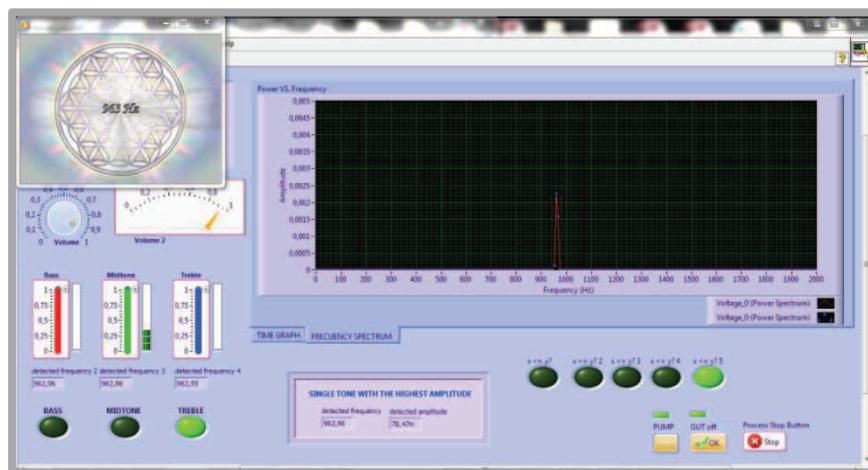


$$f = 936 \text{ Hz}$$

Grafica de la Amplitud Vs. Tiempo del comportamiento del sistema a una frecuencia de 936 Hz.



Grafica de la Potencia Vs. Frecuencia del comportamiento del sistema en una frecuencia de 936 Hz.

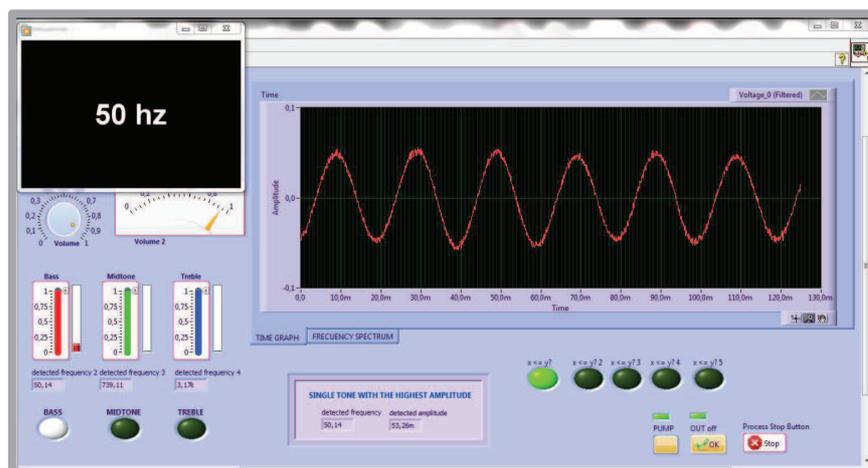


Si las frecuencias del sistema se encuentran en un rango de 900 Hz a 20000 Hz, el sistema responde activando las electrovalvulas A, B, C, D y E con sus respectivas luces en color blanco.

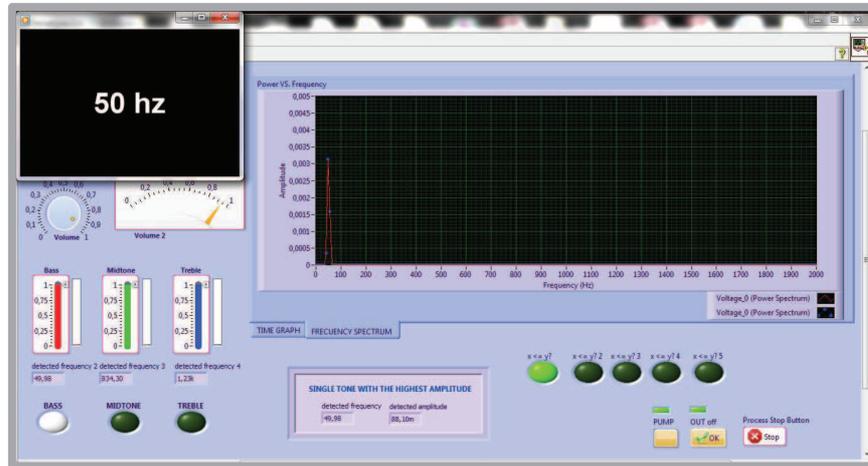


$f = 50 \text{ Hz}$

Grafica de la Amplitud Vs. Tiempo del comportamiento del sistema a una frecuencia de 50 Hz.

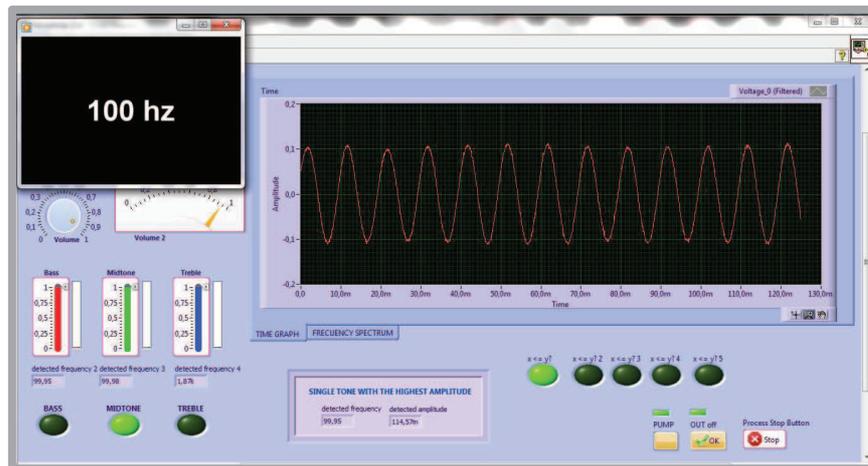


Grafica de la Potencia Vs. Frecuencia del comportamiento del sistema en una frecuencia de 50 Hz.



$f = 100 \text{ Hz}$

Grafica de la Amplitud Vs. Tiempo del comportamiento del sistema a una frecuencia de 100 Hz.



Grafica de la Potencia Vs. Frecuencia del comportamiento del sistema en una frecuencia de 100 Hz.



Si las frecuencias del sistema se encuentran en un rango de 20 Hz a 150 Hz, el sistema responde activando las electrovalvulas A y B con sus respectivas luces en color amarillo.



En base a las pruebas realizadas se pudo determinar que el sistema, funciona correctamente, ya que se obtuvieron los resultados esperados de acuerdo a uno de los rangos de frecuencias establecidos.

Además es importante recalcar que el sistema es sensible al ruido, por lo que al no sonar ninguna melodía, las luces y las salidas de agua variaran de acuerdo a las frecuencias que posea la señal de ruido.

CONCLUSIONES

- Mediante la implementación de una interfaz de procesamiento de datos utilizando la NImyDAQ y el software labview se logro realizar el control audio - rítmico de la pileta de agua danzante.
- En base a pruebas llevadas a cabo durante desarrollo de la Tesis, se pudo determinar que el presente sistema no es adaptable a todas las melodías, ya que existen ciertas melodías cuya conmutación entre los rangos de frecuencias es demasiado rápida por lo que los chorros y las luces no pueden responder armónicamente a la misma velocidad.
- En el programa implementado en el modulo de secuencias, se vio necesaria la utilización de un retardo de 300ms con los cuales se logro que los diferentes chorros controlados por las electroválvulas tuviesen el tiempo suficiente para responder acorde a la melodía.
- Ya que la NImyDAQ posee pocas salidas y entradas digitales, se vio desarrollo de un modulo de extensión de salidas (modulo de secuencias), para el control de las diferentes electroválvulas y luces.
- En un inicio se pensó utilizar para la activación de las luces un circuito con relés, pero esta solución no fue optima ya que la activación de las luces es continua por lo que la bobina del relé se desgasta más rápido, además de que el sonido que producen es frecuente y se confunde al sonar la melodía, por esta razón se utilizo para la activación de las mismas un circuito con un MOSFET.

- Dentro de toda la gama de colores básicos que permiten los RGB e incluso los colores que pueden ser obtenidos con una modulación por ancho de pulso, se decidió utilizar solamente Amarillo, Rojo, Verde, Azul y Blanco, para de esta forma evitar imprecisión en el sistema por la presencia de demasiados colores.
- Se utilizó para el módulo de secuencias, un microcontrolador de la familia Atmel ya que ofrecen tiempos de respuesta más rápidos.

RECOMENDACIONES

- Dentro del desarrollo de esta investigación se incluye un apartado que trata sobre la musicoterapia, por lo que es importante mencionar que el presente sistema puede en un futuro ser implementado no solo como atracción en parques, sino que con un estudio más profundo en la selección de la música, podría implementarse en hospitales y centros de rehabilitación, para terapias con sonido (música terapia) y efectos visuales.
- Es necesario establecer que todas las salidas de a tarjeta NImyDAQ se pongan en cero al detener el sistema, ya que de lo contrario las salidas que estén en alto se mantendrán en ese estado a pesar de que programa haya sido desactivado, con la finalidad de cumplir lo antes establecido se adiciono al programa desarrollado en Labview un botón que pone todas las salidas en cero, y otro botón que para el proceso solamente si el botón antes mencionado es activado primero.
- Se recomienda prestar mucha atención al momento de trabajar con corriente alterna y agua, de tal manera que se aíslen los circuitos y así evitar accidentes.

RESUMEN

Se realizó el Diseño e Implementación del Modelo de una Pileta de agua danzante, utilizando un Sistema de Adquisición de Datos y Control Audio-rítmico para la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Para el desarrollo de la presente investigación se aplicó el método analítico, que parte de la identificación del problema y el estudio de las partes que lo conforman ya que se conocía cada uno de los elementos que componen el sistema, con los que se implementó el control audio-rítmico del modelo de una pileta de agua danzante. Además se utilizó el método deductivo, pues con la realización de varias pruebas, se pudo determinar los rangos óptimos de frecuencia para el funcionamiento del sistema los mismos que quedaron establecidos como: Rango 1 - De 20 Hz a 150 Hz, Rango 2 - De 150 Hz a 270 Hz, Rango 3 - De 270 Hz a 420 Hz, Rango 4 - De 420 Hz a 900 Hz, Rango 5 - Frecuencias mayores a 900 Hz.

Los materiales utilizados para la adquisición y procesamiento de datos fueron la tarjeta de adquisición de datos NImyDAQ y el software LabVIEW. Se diseñó luces programables con la ayuda de leds RGB (red-green-blue) del tipo SMD (surface mounting device), las mismas que fueron controladas por un Atmega8 al que en su programación en lenguaje Basic, se le asignó un retardo de 300ms para que las electroválvulas pudiesen controlar óptimamente los chorros de la pileta.

Al final del desarrollo de la investigación se obtuvo como resultados, un comportamiento armónico de las salidas, de manera que el observador percibe el efecto visual de que las luces y el agua bailan al compás de la música.

En base a pruebas desarrolladas se concluyó que el sistema no es adaptable a ciertas melodías cuya conmutación entre sus rangos de frecuencias sea demasiado rápida.

Se recomienda realizar un estudio mas profundo en temas de musicoterapia y colorterapia ya que el sistema puede en un futuro ser implementado en hospitales y centros de rehabilitación como una forma para contribuir a este tipo de tratamientos.

Summary

The Design and Implementation of a dancing water fountain, using a data Acquisition and audio-rhythmic control were carried out for the ESPOCH University.

For the development of the present investigation the analytical method was applied, that starts with the problem definition and identification of each one of the elements that conform the audio – rhythmic system of the dancing water fountain. Other method used was the deductive method, the optimal frequency ranges were established in base of several tests, for our system the ranges were established as follows: Range 1 – from 20 Hz to 150 Hz, Range 2 – from 150 to 270, Range 3 – from 270 to 420 Hz, Range 4 – from 420 to 900 Hz, Range 5 – for frequencies over 900 Hz.

The materials used for the accomplishment of the data acquisition and processing, consist of a Data Acquisition card NImyDAQ and Labview design software. The programmable lights were designed with RGB leds (red, green, blue) of SMD type (surface mounting device), controlled by an Atmega8, which in its programming based in basic language, were assigned a delay of 300ms for an optimal response of the solenoid and the jets of the dancing fountain.

The results obtained at the end of the investigation were a harmonic interaction between the music, lights and water jets.

Based on many test can conclude that the system is not adaptable to melodies that have a fast interaction between the range of frequencies.

It is recommended to realize a thorough research about music and color therapy, because the system could be used in a future in hospitals and rehabilitation centers as a contribution for treatments in psychotherapy field.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- BOYLESTAD, R.,** Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos., 8a. ed., D.F. México – México., Pearson Educación., 2003., Pp. 246, 263-277, 940-941, 952-954.

- 2.- GONZALES, J.,** Hidráulica de Fuentes Ornamentales e Instalaciones Acuáticas., 2a. ed., Santa Cruz de Tenerife-Islas Canarias-España., Carpetería Drago S.L., 2011., Pp. 1-26, 36-43, 72-74, 86, 161-171, 247-250.

- 3.- JARAMILLO, A.,** Acústica: la ciencia del sonido., Medellín-Colombia., Editorial ITM., 2007., Pp. 19-24.

- 4.- RASHID, M.,** Electrónica de Potencia., 3a. ed., Pearson Educación., D.F. México – México., 2004., Pp. 137-143.

- 5.- TREJO, R.,** Sistema de adquisición de datos para Ingeniería Biomédica guía de Labview., Universidad Estatal de California., Facultad de Ingenierías., Escuela de Ingeniería., **TESIS,** Sacramento-California- Estados Unidos., 1997., Pp. 5-34

BIBLIOGRAFIA DE INTERNET

6.- BOMBAS:

<http://tarwi.lamolina.edu.pe/~dsa/TBombas.htm>

(2011-11-15)

7.- FUENTES ORNAMENTALES:

<http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/9leg.pdf>

(2011-06-05)

<http://www.saferain.com/es/catalogo/accesorios-para-fuentes/electricos/cuadros-electricos-y-grupos-de-bombeo.html>

(2011-06-07)

8.- ILUMINACION:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Led>

(2011-10-22)

9.- MICROCONTROLADOR ATMEGA8:

http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/web_avr/archivos/Otros%20AVRs/ATmega/ATmega8.htm

(2011-08-21)

10.- MOSFET:

<http://es.wikipedia.org/wiki/MOSFET>

(2012-03-03)

<http://ccpot.galeon.com/enlaces1737099.html>

(2012-03-04)

<http://www.webelectronica.com.ar/news26/nota06.htm>

(2012-03-04)

11.- OPTOACOPLADORES:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Optoacoplador>

(2012-01-05)

http://www.unicrom.com/Tut_optoacoplador.asp

(2012-01-05)

12.- PROGRAMACION EN LABVIEW:

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/hernandez_c_h/capitulo3.pdf

(2011-07-08)

13.- SONIDO Y MUSICOTERAPIA:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Sonido>

(2011-08-10)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Musicoterapia>

(2011-08-12)

<http://elmistico.com.ar/musicoterapia.htm>

(2011-08-15)

14.- TANQUES DE PRESION:

http://cbs.grundfos.com/BGE_Spain/lexica/Booster/BO_Break_Tank.html

(2011-11-20)

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/maquinashidraulicas/hidroneumaticos/paginas/hidroneumaticos.htm>

(2011-11-20)

15.- TRIAC:

http://www.inele.ufro.cl/bmonteci/semic/applets/pag_triac/triac.htm

(2012-01-05)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Triac>

(2012-02-01)

16.- VALVULAS CHEEK Y ELECTROVALVULAS:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Electrov%C3%A1lvula>

(2011-08-23)

<http://profesores.elo.utfsm.cl/~jgb/CARVALLOVARGASc.pdf>

(2011-09-01)

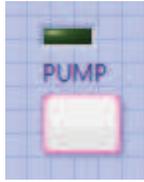
http://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_antirretorno

(2011-09-15)

ANEXOS

**ANEXO 1. ACTIVACION DE LA BOMBA DESDE LA INTERFAZ EN
LABVIEW**

Para realizar la activación de la Bomba de Agua (1/2 HP, 110VAC), se utilizo un



circuito de potencia conformado por un optoacoplador MOC3021, TRIAC BT138 (Soporta hasta 12 Amperios), con el que se activó un contactor a 110V - 9A, un relé térmico de hasta 6 amperios, además se coloco un

fusible de 2 A con la finalidad de proteger la bobina del contactor.



Bomba:

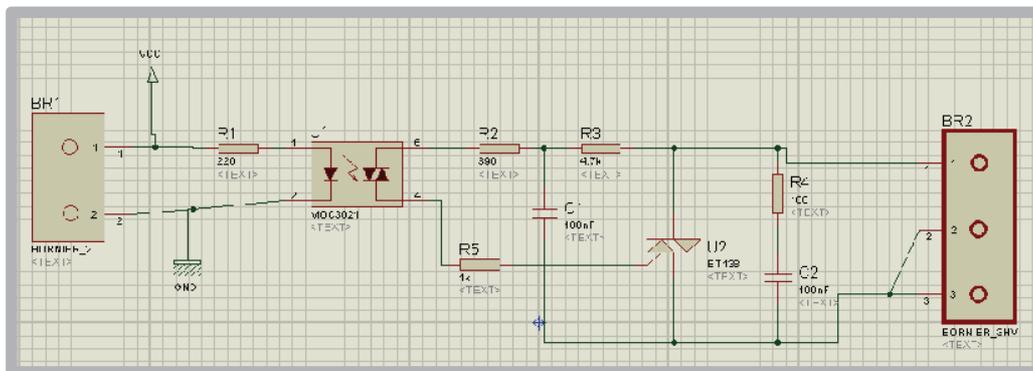
- 1/2 HP
- 110 VAC - 60HZ

Tanque de Presión:

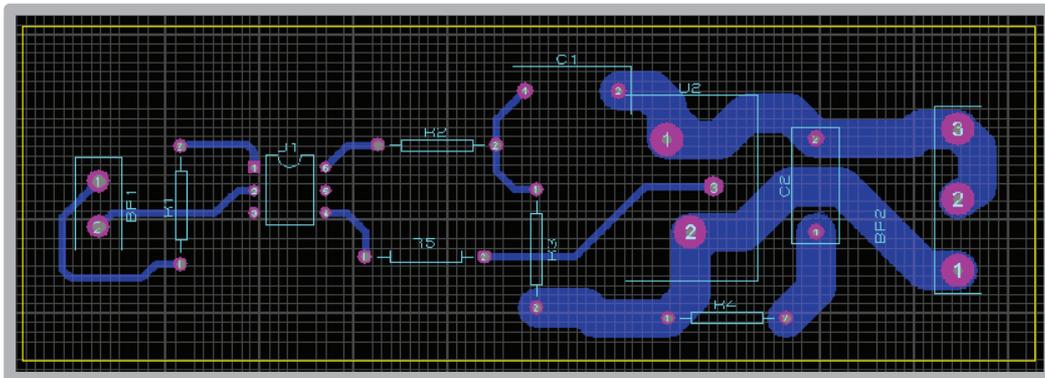
- 40 Galones

Diagrama del circuito de potencia, para activar el contactor:

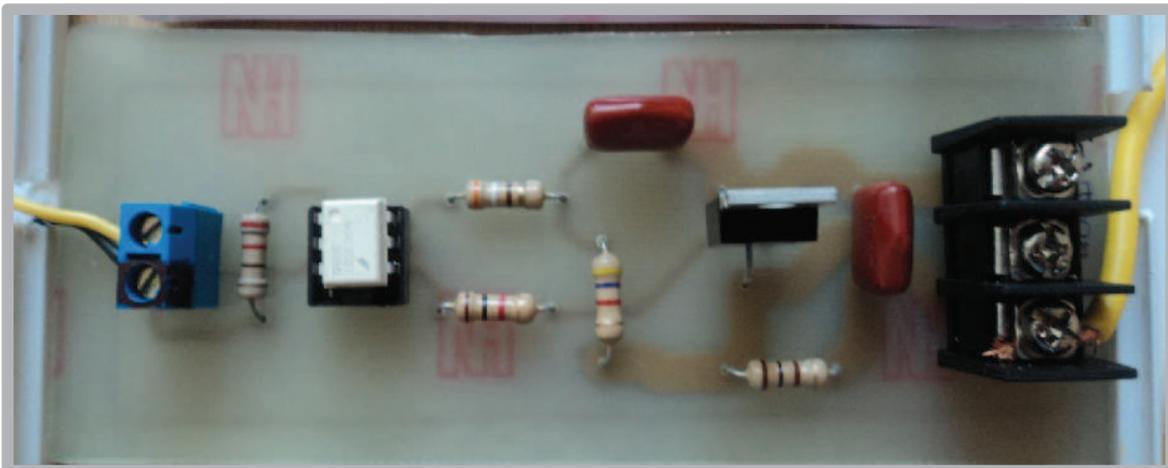
Proteus ISIS:



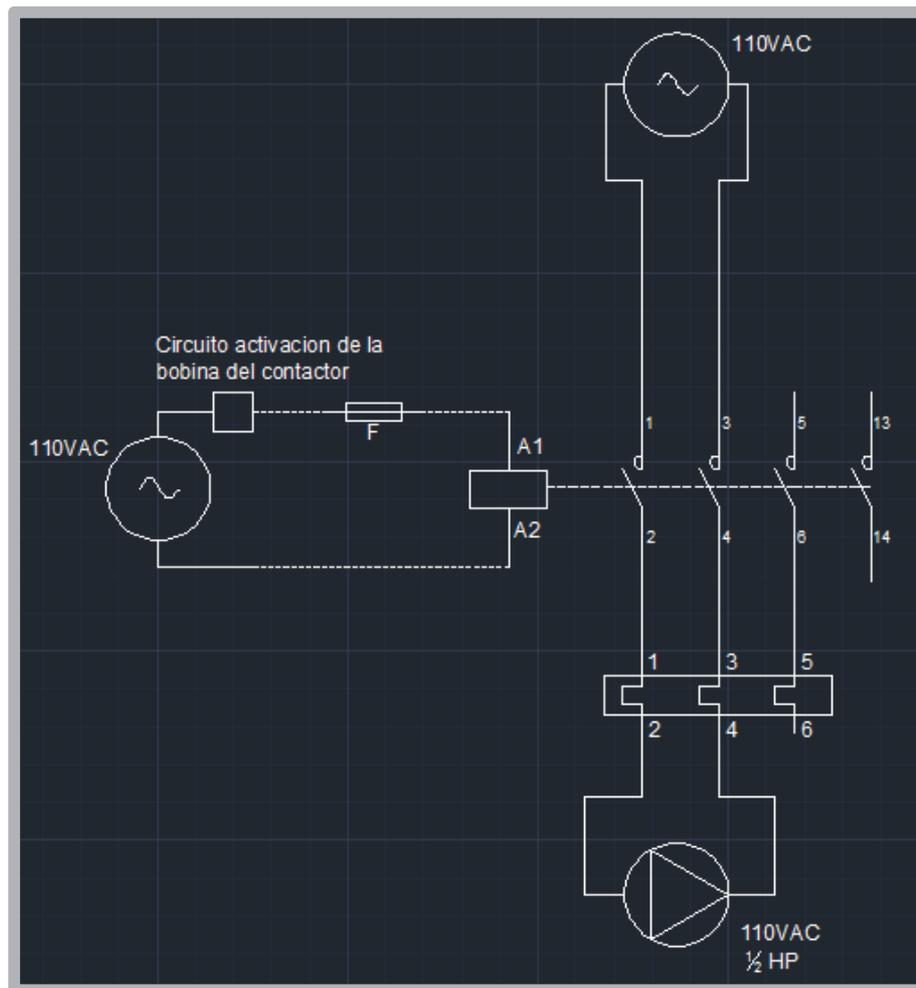
Proteus ARES:



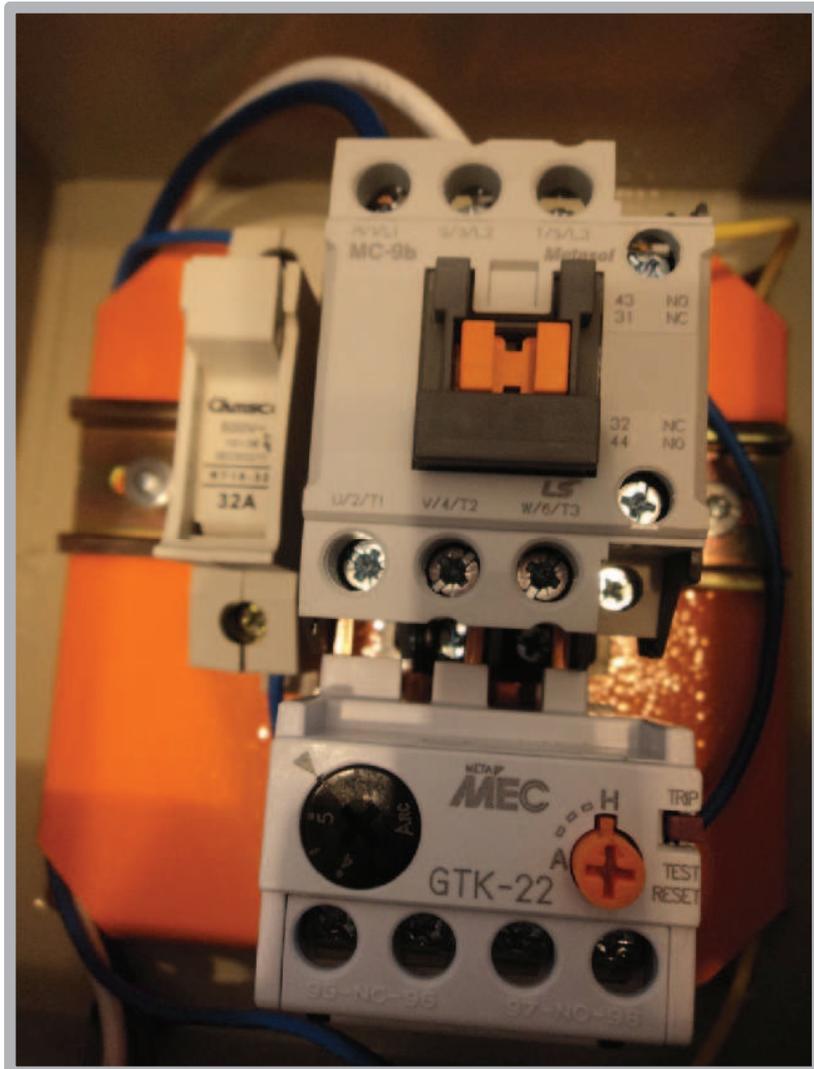
Tarjeta Implementada:



CIRCUITO DE POTENCIA PARA ACTIVAR Y PROTEGER LA BOMBA DE AGUA:



TABLERO ELÉCTRICO IMPLEMENTADO:



ANEXO 2. CIRCUITO DE CONTROL DE LA PILETA DE AGUA

DANZANTE

