



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA FUENTE DE AGUA AUDIO RÍTMICA EN LA
HACIENDA NAGSICHE 2 PARA UN MEJORAMIENTO ESTÉTICO Y
TURÍSTICO DEL LUGAR”.**

Autores:

Guaygua Guaigua Carlos Andres
Guangasi Guanopatin Ángel Javier

Tutor:

PhD. Secundino Marrero Ramírez

Latacunga - Ecuador

Agosto 2017



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADA; por cuanto, los postulantes: **Guaygua Guaigua Carlos Andres y Guangasi Guanopatin Ángel Javier** con el título de Proyecto de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA FUENTE DE AGUA AUDIO RÍTMICA EN LA HACIENDA NAGSICHE 2 PARA UN MEJORAMIENTO ESTÉTICO Y TURÍSTICO DEL LUGAR”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 28 de Julio del 2017

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Nombre: PHd. Iliana Gonzales
CC: 1757070659

Lector 2
Nombre: Mg. Angel León
CC: 0502041353

Lector 3
Nombre: Rommel Suárez
CC: 1804165353



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA FUENTE DE AGUA AUDIO RÍTMICA EN LA HACIENDA NAGSICHE 2 PARA UN MEJORAMIENTO ESTÉTICO Y TURÍSTICO DEL LUGAR”, de **Guaygua Guaigua Carlos Andres y Guangasi Guanopatin Ángel Javier**, de la carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la FACULTAD de Ciencias de la ingeniería y aplicada de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 02 Agosto del 2017

El Tutor

PhD. Secundino Marrero Ramírez



AVAL DE TRIBUNALDECLARACIÓN DE AUTORÍA

“ Yo **Guaygua Guaigua Carlos Andres** y **Guangasi Guanopatin Angel Javier** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA FUENTE DE AGUA AUDIO RÍTMICA EN LA HACIENDA NAGSICHE 2 PARA UN MEJORAMIENTO ESTÉTICO Y TURÍSTICO DEL LUGAR”**, siendo el **PhD. Secundino Marrero** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Guangasi Guanopatin Angel Javier
C.I.: 180399366-4

Guaygua Guaigua Carlos Andres
C.I.: 172179320-4

AVAL DE IMPLEMENTACION

En calidad de propietario Arquitecto José Portero y responsable Ing. Vicente Quispe certifico que mediante el proyecto de investigación: “**IMPLEMENTACIÓN DE UNA FUENTE DE AGUA AUDIO RITMA EN LA HACIENDA NAGSICHE 2 PARA UN MEJORAMIENTO ESTÉTICO Y TURÍSTICO DEL LUGAR**”, los señores **Guaygua Guaigua Carlos Andres y Guangasi Guanopatin Angel Javier**, realizan la entrega del proyecto de titulación en la hacienda Nagsiche 2 en pleno funcionamiento.

Ing. Vicente Quispe
Responsable

DEDICATORIA

A mis padres Angel Polivio Guangasi y Rosa Elvira Guanopatin y mi hermano Diego Saul Guangasi que les dedico este logro.

Angel

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo a DIOS por darme la vida, en el lugar perfecto. Dedico este trabajo a mi madre por ser un pilar importante en mi vida, por ser quien me enseñó mis primeros pasos, mis primeras palabras por ser el primer amor en mi vida, por ser la persona la cual me ayudo a seguir adelante la cual con sus consejos y sabiduría supo alentarme en las buenas y más en las malas, A mi padre por ser un pilar importante en mi familia gracias a mi padre logre conseguir este nivel de estudio que es de gran importancia para mí, con sus consejos, enseñanzas de hombre y sobre todo la responsabilidad que lo categoriza a mi padre, Dedico a mis hermanos que son un pilar importante para mí.

Andres

AGRADECIMIENTO

Deseo darles un solemne agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme dado la oportunidad para cursar la carrera de Ingeniería Eléctrica durante este tiempo y haber logrado conocimientos y experiencias que me servirán para la vida y la carrera, así como mis docentes y compañeros que han sabido acompañarme a lo largo de la carrera y al arquitecto José Portero por habernos abierto las puertas de su hogar para poder desarrollar nuestra tesis.

Angel

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a DIOS por cada día de vida que me brindo y la sabiduría que me consagro para poder culminar esta etapa de mi vida profesional, en segundo lugar, agradezco a mis PADRES. A mi madre por el apoyo incondicional, sus consejos, su educación hacia mí, el respeto, la honestidad y sobre todo la sencillez, entre otras cosas que son de gran importancia para mí, de la misma manera supe escucharlos para así culminar con mis estudios. A mi padre por ser un ejemplo de Padre, de amigo, y sobre todo responsable en su vida profesional, A mis hermanos por sus consejos y anhelos para mí.

Andres

INDICE

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
AVAL DE TRIBUNALDECLARACIÓN DE AUTORÍA	iv
AVAL DE IMPLEMENTACION	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	viii
INDICE	x
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
3. BENEFICIARIOS	4
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	4
5. OBJETIVOS:	4
5.1. General	4
5.2. Específicos	4
6. SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
7.1. Fuente de agua ornamental	6
7.2. Circuito con bomba sumergible	6
7.3. Circuito con recirculación	7
7.4. Fuentes de agua danzantes secuenciales	7
7.5. Iluminación fuentes de agua secuenciales	8
7.6. Iluminación led	8
7.7. Chorro de lanza 1	9
7.8. Bombas de abastecimiento del agua	9

7.9.	Bombas sumergibles	10
7.10.	Alimentación de agua a la fuente.....	10
7.11.	Abastecimiento eléctrico a la fuente.....	10
7.12.	Electroválvulas.....	10
7.13.	Contactador Electromagnético	11
7.13.1.	Partes De Contactador	12
7.13.2.	Especificaciones Y Datos Técnicos Del Contactador.....	12
7.14.	Relé Térmico De Protección.....	12
7.14.1.	Datos técnicos de los relés térmicos	13
7.15.	Arduino	13
7.16.	Optoacopladores	14
7.17.	Triac – Control de potencia en AC.....	15
7.18.	Cables	15
7.19.	Aislantes	16
7.20.	Tubería.....	16
7.20.1.	Tubos de materiales plásticos	16
7.21.	Eficiencia Energética.....	17
8.	HIPÓTESIS	18
9.	METODOLOGÍAS:.....	18
9.1.	Exploratorio	18
9.2.	Medición.....	19
9.3.	Creación	19
9.4.	Instrumentos	19
10.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	20
10.1.	Modelo de la pileta.....	20
10.1.1.	Dimensiones De La Estructura.....	21
10.1.2.	Vista Aérea.....	21
10.1.3.	Vista Frontal.....	22
10.1.4.	Vista Lateral	23

10.2.	Volumen de agua en la fuente	23
10.3.	Volumen del pozo de abastecimiento de agua	25
10.4.	Obtención de presión de agua de suministro	25
10.5.	Dimensionamiento de las bombas a utilizar	26
10.6.	Estimación Del Diámetro De Tubería	26
10.6.1.	Bomba de la estructura del primer y segundo nivel.....	26
10.7.	Caudal	27
10.8.	Carga Hidráulica	27
10.8.1.	Altura estática	28
10.8.2.	Pérdidas de carga	28
10.8.3.	Pérdidas por fricción	29
10.9.	Pérdidas del distribuidor	30
10.10.	Pérdidas por cada una de las salidas (12 chorros)	31
10.11.	Pérdidas locales.....	32
10.12.	Pérdidas de los distribuidores de 1'1/2 in	33
10.12.1.	Primera parte.....	33
10.12.2.	Segunda Parte	33
10.12.3.	Tercera Parte	34
10.13.	Altura representativa de velocidad	34
10.14.	Potencia de la bomba.....	34
10.15.	Sistema de control.....	36
10.16.	Módulo de secuencias	36
10.17.	Módulo de potencia	37
10.18.	Módulo de control.....	38
10.19.	Modelo instalado.....	39
10.20.	Iluminación	40
10.21.	Bomba.....	42
10.22.	Conductores	44
10.23.	Unifilar del sistema.....	45

10.24. Boquillas.....	47
10.25. Electroválvulas con solenoides.....	47
10.26. Dimensionamiento de los elementos del tablero de control (Hardware)	48
10.27. Dimensionamiento relé térmico de protección	49
10.28. Interruptores.....	49
10.29. Interruptor Encendido Arduino.....	49
10.30. Interruptor On.....	49
10.31. Interruptor Off Emergencia	50
10.31. Pulsadores	50
10.32. Luces De Señalización	50
10.33. Desarrollo del software de control.....	50
10.34. Pruebas de funcionamiento.....	50
10.34.1. Efecto 1.....	51
10.34.2. Efecto 2.....	51
10.34.3. Efecto 3.....	52
10.34.4. Efecto 4.....	52
10.34.5. Efecto 5.....	53
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):	54
11.1. Técnico	54
11.2. Social	54
11.3. Ambiental.....	54
11.4. Económico.....	54
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	56
13. CONCLUSIONES	57
14. RECOMENDACIONES	58
15. BIBLIOGRAFÍA	59
16. ANEXOS	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fuentes en Roma.....	6
Figura 2 Circuito bomba sumergible.....	6
Figura 3 Circuito con recirculación de agua.....	7
Figura 4 Fuente danzante.....	7
Figura 5 Led de alta intensidad.	8
Figura 6 Boquilla Chorro Lanza 1.....	9
Figura 7 Bomba sumergible	10
Figura 8 Electroválvulas.....	11
Figura 9 Contactor electromagnético	11
Figura 10 Relé térmico	12
Figura 11 Arduino Mega	13
Figura 12 MOC físico, construcción básica, numeración	14
Figura 13 Triac	15
Figura 14 Visualización de luminarias led y de sodio.....	18
Figura 15 Pileta.....	21
Figura 16 Pileta vista aérea.....	22
Figura 17 Pileta vista frontal	22
Figura 18 Pileta vista lateral	23
Figura 19 Pozo recolector de agua y tubería de entrada de los chorros	25
Figura 20 Altura estática	28
Figura 21 Módulo de Secuencias	36
Figura 22 Módulo de Secuencias – ARDUINO MEGA	37
Figura 23 Módulo de Potencia	38
Figura 24 Modulo de control y potencia	39
Figura 25 Materiales a utilizar en el sistema audio rítmico.....	39
Figura 26 Empotramiento de bomba, tubería y cableado de control, potencia e iluminación.....	40
Figura 27 Bases de las luminarias.	41
Figura 28 Luminarias	41
Figura 29 Luminarias encendidas.....	41
Figura 30 Esquema de protección de la Bomba 1 1/2hp	42
Figura 31 Bomba 1 1/2hp	43
Figura 32 Conductores	44
Figura 33 Diagrama de control.....	45
Figura 34 Diagrama de bloques.....	46
Figura 35 Boquillas	47
Figura 36 Electroválvula	47
Figura 37 Efecto 1	51
Figura 38 Efecto 2	51
Figura 39 Efecto 3	52
Figura 40 Efecto 4	52
Figura 41 Efecto 5	53
Figura 42 Fuente en funcionamiento en la noche.....	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del Arduino.....	14
Tabla 2 Metodologías.....	18
Tabla 3 Coeficientes de fricción	29
Tabla 4 Diámetros y medidas PVC.....	30
Tabla 5 Diámetros y medidas PVC	33
Tabla 6 Características de Reflectores RGB.....	40
Tabla 7 Tabla de características bomba de agua.....	43
Tabla 8 Características de conductores AWG	44
Tabla 9 Características Electroválvula	48
Tabla 10 Presupuesto.....	56

ECUACIONES

Ecuación 1 Volumen de un pozo circular de agua.....	26
Ecuación 2 Volumen de un pozo rectangular de agua.....	28
Ecuación 3 Diámetro de las tuberías.....	29
Ecuación 4 Pérdidas de carga.....	32
Ecuación 5 Pérdidas de carga por fracción.....	32
Ecuación 6 Velocidad del caudal.....	35
Ecuación 7 Altura representativa de la velocidad se mide en metro de columna de agua.....	35
Ecuación 8 Pérdidas locales.....	35
Ecuación 9 Carga manométrica hp.....	37
Ecuación 10 Carga manométrica KW.....	38
Ecuación 11 Carga manométrica total.....	38



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
(CIYA)

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA FUENTE DE AGUA AUDIO RÍTMICA EN LA HACIENDA NAGSICHE 2 PARA UN MEJORAMIENTO ESTÉTICO Y TURÍSTICO DEL LUGAR”

Autores:

GUANGASI GUANOPATIN ANGEL JAVIER

GUAIGUA GUAIGUA CARLOS ANDRES

RESUMEN

El presente proyecto abarca la implementación de un sistema de control, para una fuente de agua luminosa audio rítmico con 12 chorros secuenciales las cuales responden a la frecuencia del tema musical además se contara con diferentes efectos de juegos con agua, y un sistema de iluminación basado en proyectores lumínicos LED's y el aprovechamiento eficiente de energía eléctrica, en la rancho Nagsiche 2 al dejar de lado la iluminación tradicional. La automatización del sistema previamente se realizó con simulaciones en el software ISIS Proteus y el diseño de las plantillas para las placas electrónicas mediante Ares de la misma plataforma, para el diseño de la parte electrónica de control se realizó en el entorno Arduino ya que por su simplicidad de programación y fácil añadidura de elementos de control de potencia se hace apto para nuestros requerimientos. No se establecerá un estándar de instrumentos, equipos o sistemas de control, ya que se buscará el control eléctrico y electrónico más óptimo, simple y eficiente para conseguir la creación de la fuente de agua luminosa audio rítmica, la cual será implementada en un modelo aportado por la administración del rancho, en donde tendrá un trabajo continuo y automático, buscando una gran atracción para la Hacienda Nagsiche 2, así que se apartara cualquier estereotipo ya existente, se desarrollará un diseño propio en la parte de control se trabajara con Arduino mega el cual ofrece las facilidades de programación y costos asequibles; para el trabajo óptimo de electroválvulas, luces, juegos rítmicos de agua y su respectiva bomba de agua. etc., en la parte de potencia se desarrolló un diseño propio en el cual se controla señales de corriente continua para dar paso a la corriente alterna. Una fuente tradicional está compuesta por un cuarto de máquinas en donde para el control de cada una de los chorros tiene una bomba de ¼ HP independientemente e iluminación incandescente de 100 W. es decir que si se instala este tipo de sistema se tendrá un consumo de 742.98 KWh/mes en cuanto a este sistema implementando el control con Arduino e iluminación led tenemos un consumo de 256.2 KWh/mes dando un ahorro de energía del 34.48 % de consumo de energía eléctrica.

Palabras claves: Electroválvulas, Eficiencia, Convencionales



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

SCIENCE AND ENGINEERING APPLIED ACADEMIC UNIT

TOPIC: "IMPLEMENTATION OF A SOURCE OF RHYTHMIC AUDIO WATER IN THE NAGSICHE 2 RANGE FOR AESTHETIC AND TOURISTIC IMPROVEMENT OF THE PLACE"

Authors:

GUANGASI GUANOPATIN ANGEL JAVIER

GUAYGUA GUAIGUA CARLOS ANDRES

ABSTRACT

The present project includes the implementation of a control system for a source of luminous audio rhythmic water with 12 sequential jets which respond to the frequency of the musical theme in addition will have different effects of games with water and a lighting system based In LED light projectors and the efficient use of electrical energy, in the ranch Nagsiche 2 when leaving aside traditional lighting. The automation of the system was previously performed with simulations in the ISIS Proteus software and the design of the templates for the electronic boards using Ares from the same platform, for the design of the electronic control part was performed in the Arduino environment since by its Simplicity of programming and easy addition of power control elements is made fit for our requirements. A standard of instruments, equipment or control systems will not be established, since the most efficient, simple and efficient electric and electronic control will be sought to achieve the creation of the rhythmic audio light source, which will be implemented in an input model By the administration of the ranch, where he will have a continuous and automatic work, looking for a great attraction for the Hacienda Nagsiche 2, so that any existing stereotype will be removed, will develop a design in the control part will work with mega Arduino Which offers the programming facilities and affordable costs; For the optimal work of solenoid valves, lights, rhythmic water plays and their respective water pump. Etc. In the power section a proprietary design was developed in which direct current signals are controlled to give access to the alternating current. A traditional source is composed by a machine room where, for the control of each of the jets, it has a pump of ¼ HP independently and incandescent lighting of 100 W. ie if this type of system is installed will have a consumption of 742.98 KWh / month for this system implementing the control with Arduino and led lighting we have a consumption of 256.2 KWh / month giving an energy saving of 34.48% of electric energy consumption.

Keywords: Solenoid valves, Efficiency, Conventional

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de docente del idioma inglés del centro cultural de idiomas de la **Universidad Técnica de Cotopaxi**; en forma legal CERTIFICO que la traducción del resumen de Proyecto de investigación al idioma inglés presentando por los señores de la carrera de **Ingeniería Eléctrica** de la unidad académica CIYA: *Guangasi Guanopatin Angel Javier* con número de cedula 1803993664 y *Guaygua Guaigua Carlos Andres* con numero de cedula 172179320-4, cuyo título versa “**IMPLEMENTACIÓN DE UNA FUENTE DE AGUA AUDIO RÍTMICA EN LA HACIENDA NAGSICHE 2 PARA UN MEJORAMIENTO ESTÉTICO Y TURÍSTICO DEL LUGAR**”, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta escritura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Febrero 2017

Atentamente,

.....

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

CC:

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA FUENTE DE AGUA AUDIO RÍTMICA EN LA HACIENDA NAGSICHE 2 PARA UN MEJORAMIENTO ESTÉTICO Y TURÍSTICO DEL LUGAR”.

Fecha de inicio:

Abril 2017

Fecha de finalización:

Agosto 2017

Lugar de ejecución:

Hacienda Nagsiche 2– Mulalillo – Salcedo

Facultad que auspicia

Ciencias de la Ingeniería y aplicadas "CIYA"

Carrera que auspicia:

Ingeniería Eléctrica

Proyecto de investigación vinculado:

Ninguno

Equipo de Trabajo:

Nombre: Secundino Marrero Ramírez

Nacionalidad: Cubano

Fecha de nacimiento: 3 de Marzo 1957

Estado Civil: Casado

Residencia: Edificio 25 Apto. 13 Rpto. Caribe, Moa. Holguín. Cuba.

Entidad Laboral: Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Nuñez Giménez”

E-mail: secundino.marrero@utc.edu.ec, smarreroram@gmail.com

Móvil: (53) 58102619

TÍTULOS OBTENIDOS

- Ingeniero Electrónico Industrial, Master en Ciencias Técnicas. Graduado en 1983 en el Instituto Politécnico de Kiev, Ucrania.

- Doctor en Ciencias Técnicas en el área de Automatización de procesos Metalúrgicos. Instituto de Minas de San Petersburgos, Rusia, 1989.

COORDINADORES DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

HOJA DE VIDA POSTULANTE N°1

NOMBRES: Angel Javier

APELLIDOS: Guangasi Guanopatin

TELÉFONO DEL DOMICILIO: (02) 730510

TELÉFONO CELULAR: 0984282439

CORREO ELECTRÓNICO: javiergngs5@gmail.com

BACHILLER: Mecánica industrial
Especialización matricera

HOJA DE VIDA POSTULANTE N°2

NOMBRES: Carlos Andrés

APELLIDOS: Guaygua Guaigua

TELÉFONO DEL DOMICILIO: 3 680 400

TELÉFONO CELULAR: 099 503 2152

CORREO ELECTRÓNICO: carlos.guaygua4@utc.edu.ec

BACHILLER: Técnico Industrial
Especialidad instalaciones, equipos y maquinas eléctricas

Área de Conocimiento:

Ingeniería

Líneas de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Control y optimización en el uso de la energía del sector industrial, comercial y residencial.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto se lo realizó en base a la idea de mejorar el diseño de las fuentes de agua clásicas, de las cuales se dispone en el ámbito local proporcionando un modelo eficiente y energéticamente viable de bajo consumo así como la implementación de un diseño propio de control de potencia y frecuencia audio rítmica con automatización basada en la investigación de elementos idóneos, para un control eléctrico electrónico es decir un control digital y de potencia a la vez.

Buscando siempre un funcionamiento eficiente y económico.

Los aportes que se brindarán a la hacienda Nagsiche 2 serán un atractivo visual diferente al convencional en lo que a fuentes de agua se refiere, además contara con un consumo energético razonable mediante el uso de tecnologías led, control automático y sistemas de recirculación de agua, con esto se busca que los visitantes al complejo turístico de la hacienda tengan un atractivo visual y novedoso a la vez. Este contará con un suave tono musical acompañado con los juegos de agua que se controlarán mediante la frecuencia del sonido, el cual permitirá aportar un atractivo turístico al sector.

Esto conlleva que al ingresar a la hacienda lo primero que le recibirá es un juego de agua en la fuente y en la noche juegos de agua, a más de un ambiente rústico y campestre, será una suave sonata musical en armonía con el agua y la iluminación led desatando un sentimiento de curiosidad en quienes lo aprecien.

De igual manera el proyecto resulta relativamente económico por el uso de elementos y materiales óptimos para la fuente prescindiendo de equipos costosos de control e iluminación por lo cual el proyecto se proyecta con un presupuesto de 1495 \$ el cual es un coste bajo en comparación con los sistemas tradicionales de ser este el caso con las características de la fuente propuesta tendría un consumo de 742.98 KWh/mes en cuanto a este sistema implementando el control con Arduino e iluminación led tenemos un consumo de 256.2 KWh/mes dando un ahorro de energía del 34.48 % de consumo de energía eléctrica.

Así es como se plasmará los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en este proyecto el cual tendrá una eficiencia energética con un atractivo propio para la hacienda Nagsiche 2.

3. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos de este proyecto son los visitantes de la Hacienda Nagsiche 2 que día a día recorren las áreas verdes y pasillos de esta ya la misma está destinada como proyecto a hostería con temática de pueblo viejo americano, de igual manera los habitantes de la pequeña parroquia de Mulalillo cercanos a la hacienda, en donde el proyecto de pueblo viejo en conjunto con la fuente audio rítmica atraerán en cierta forma turistas. Que además de visitar la hacienda aprovechará y conocerán la parroquia.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

El principal problema en la parroquia de Mulalillo es la falta de lugares turísticos, esto se da por el motivo de ser una comunidad muy tradicional que vive de su esfuerzo en el agro y del poco turismo que llega al sector.

Pero se ha dado que en esta comunidad existe un proyecto de réplica de pueblo viejo en la hacienda Nagsiche 2 ubicada a 1 km del centro de la parroquia Mulalillo, para ello se proyecta el diseño de una fuente de agua en la que se pretende implementar un sistema de control audio rítmico, para que en conjunto con el complejo sean un punto turístico diferente además explotar de mejor manera el turismo en la hacienda y en el sector de Mulalillo, haciendo uso de las tecnologías en iluminación, control y eficiencia energética.

5. OBJETIVOS:

5.1. General

Implementar un control audio rítmico en una fuente de agua con recirculación, en la Hacienda Nagsiche 2 para el mejoramiento estético y turístico del lugar.

5.2. Específicos

- ✓ Explorar los datos técnicos en el área de implementación.
- ✓ Diseñar un circuito de control de potencia por frecuencia para la regulación de iluminación y la salida de agua mediante la programación en hardware y software ARDUINO.
- ✓ Construir un modelo de distribución de las tuberías y dimensionamiento de la bomba de agua.
- ✓ Implementar el sistema de control agua audio rítmica en la fuente.

6. SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Explorar los datos técnicos en el área de implementación.	Definición de áreas. Comprobación de niveles de presión de agua Determinación de puntos de suministro eléctrico	Planos y medidas. Caudal y volúmenes de agua.	Evaluación incitó del área a trabajar y usos de; Manómetros Metro Multímetro Cámara de fotos
Diseñar un circuito de control de potencia por frecuencia para la regulación de iluminación y la salida de agua mediante la programación en hardware y software ARDUINO.	Usar el programa Proteus para modelar y plasmar las placas para los controladores de potencia y circuitos electrónicos. Uso de entorno Arduino para el controlador de frecuencia y control de iluminación y bombas de agua.	Simulación electrónica. Programación en Arduino. Construcción de placas.	Simulación de Proteus y Arduino Fabricación de placas de control y montaje de elementos electrónicos. Prueba iluminación en la noche y uso de; Computadora Multímetros Herramientas básicas
Diseñar el modelo de distribución de las tuberías y dimisión de bombas de agua	Calculo de precio y pérdidas en los ductos de agua y direccionamiento de bombas de agua. Diseño y construcción de modelo de distribuidores de agua.	Dimensión de bombas a utilizar Construcción de distribuidores de agua.	Simulación en Excel y uso de herramientas para armado de distribuidores de agua.
Implementar el sistema de control agua audio rítmica en la fuente.	Fusionar el sistema de control e iluminación con el diseño estructural de la fuente Pruebas	Armado del sistema de control. Funcionamiento del sistema.	Supervisión de la obra civil, y la unificación de la parte hidráulica y eléctrica Realización de pruebas generales.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Fuente de agua ornamental

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. Según "Olmo, 2015" "En la antigüedad y hoy en día el agua ha tomado protagonismo en todas las civilizaciones de una u otra forma". Inicialmente los sistemas se basaban en un desplazamiento del agua por gravedad y posteriormente fueron progresivamente reemplazados por sistemas con bomba de impulsión a principios del siglo XX.

En las fuentes ornamentales en Roma 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, según "Shelley, 2016" "Bastan sus fuentes para justificar un viaje a Roma"

Figura 1 Fuentes en Roma

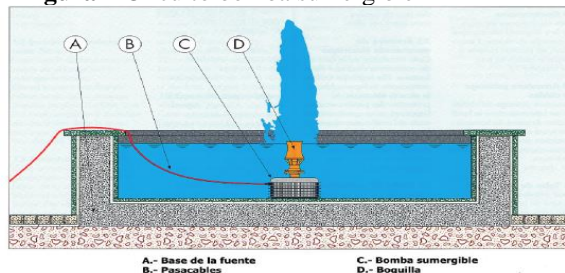


Fuente: Roma turístico, 2016

7.2. Circuito con bomba sumergible

En este tipo de circuitos el agua se toma normalmente de un gran volumen acumulado y se impulsa al exterior tornando un bonito haz de agua en conjunto con la tobera que sea elegida, del exterior cae de nuevo al volumen total de agua acumulada. Un esquema del circuito puede verse en la figura 2.

Figura 2 Circuito bomba sumergible



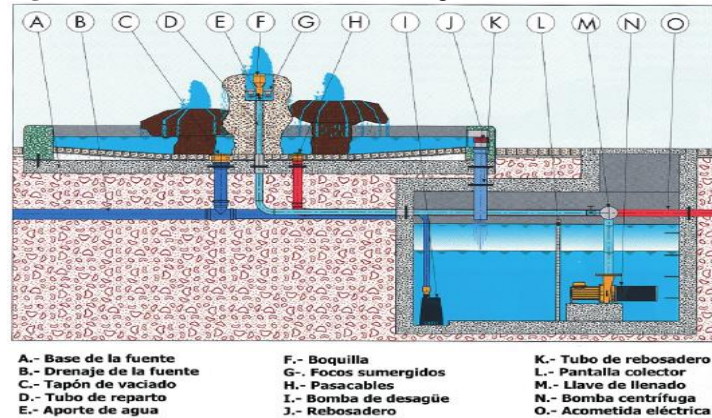
Fuente: Sánchez, 2015

7.3. Circuito con recirculación

En estos circuitos el volumen de agua es generalmente más reducido y se hace recircular continuamente en un circuito cerrado que puede aislarse y tratarse, según "Sánchez, 2015" "El sistema debe recibir un mantenimiento periódico para evitar algas y cuidado general de los equipos".

Un esquema del circuito puede verse en la figura 3

Figura 3 Circuito con recirculación de agua



Fuente: Sánchez, 2015

7.4. Fuentes de agua danzantes secuenciales

Según el "Interiorista, 2012" "Una amplia gama de ideas de decoración que transforme nuestro paisaje y aporte a nuestros sentidos el placer de la presencia del agua y su sonido en nuestro espacio privado es algo digno de admirar."

A diferencia de las fuentes convencionales, y de lo que se ha mostrado como una fuente de agua, con las características que ésta tenga, el indicio propio de una fuente de agua danzante o secuencial es tener un bloque de control electrónico de los instrumentos industriales con los que se trabaja, como también de su iluminación en la figura 4 se muestra una fuente danzante.

Figura 4 Fuente danzante



Fuente: Historia de Hermosillo, 2012

7.5. Iluminación fuentes de agua secuenciales

La iluminación es el efecto principal de atracción que acompaña los diferentes flujos de agua generados. Desde los conocidos halógenos en lámparas dicróicas, y sin olvidar los pequeños leds, permiten una serie de arreglos y tonalidades en colores atractivos, en la mente del ser humano.

De igual forma, el poder controlar este tipo de señales luminosas por capacidad de intensidad y frecuencia de encendido de las mismas, las convierten en idóneas para su trabajo en una fuente de agua secuencial.

Por otro lado, la combinación de colores, la arquitectura, la ubicación estructural y el direccionamiento de las luces son determinantes en el encanto y atracción, para la creación de la magia secuencial de la fuente de agua. Según "Ulloa-Auqui, Allauca-Palta, Novillo-Andrade, Cándor-Guaranga, & Marcelo-Tacle, n.d." "Los beneficios de la fibra óptica del estudio Diseño de un sistema de generación de chorro de agua de flujo laminar iluminado realizado en la ESPOCH permitieron obtener la luminosidad para el chorro que se abren posibilidades de transmisión de luz y datos por agua."

7.6. Iluminación led

Según "Alfonso Gago, 2013" "Hoy en día, consciente o inconscientemente, todos estamos familiarizados de algún modo con LEDs". Un led no es más que un diodo emisor de luz. Es decir, un semiconductor que emite luz policromática al trabajar con diferentes longitudes de onda, cuando está polarizado directamente y está atravesando por él una corriente eléctrica en la figura 5 se indica un led de alta intensidad.

Figura 5 Led de alta intensidad.



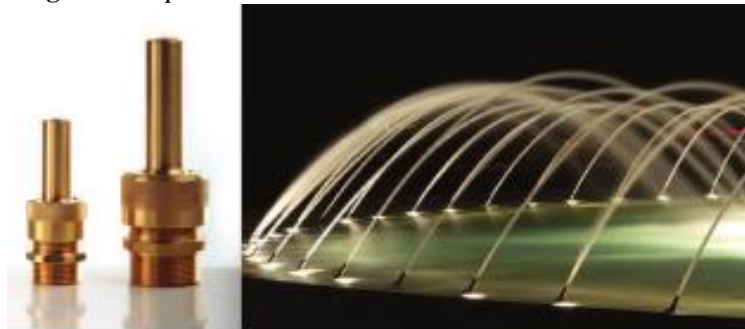
Fuente: Tecnología Global, 2014

Como se ha mencionado, al encontrarse 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, se determina a partir de la banda de energía del semiconductor. Por otra parte, el área de un led es muy pequeña y usualmente se usa componentes ópticos integrados para formar su patrón de radiación.

7.7. Chorro de lanza 1

Esta serie de boquillas son las más usadas dentro del mundo de las fuentes ornamentales. Van en armonía al diámetro de salida con la conexión roscada "rosca exterior o macho". Para fabricarlas se parte de barra de latón calibrada. En la figura 6 se puede ver la salida de tobera que permite la creación de chorro lanza 1 y el chorro en una fuente representativa.

Figura 6 Boquilla Chorro Lanza 1



Fuente: Safe Rain, 2016

También tienen una rótula de giro suave con el que se consigue una inclinación máxima de 20°, pudiendo hacer chorros parabólicos sin necesidad de piezas adicionales. Los tamaños pequeños y medianos "de 4 a 10 mm de salida" son adecuados para fuentes interiores, mientras que para exteriores son más adecuadas desde 10 a 19 mm.

7.8. Bombas de abastecimiento del agua

Las bombas son elementos modernos, que para elevar agua utilizan distintos tipos de energía, transformándola energía cinética de sus álabes que mueven grandes cantidades de líquido a una velocidad tal que logra vencer la energía potencial gravitacional.

Según "Salamanca, 2013" "Las bombas son máquinas en las cuales se produce una transformación de la energía mecánica en energía hidráulica, comunicada al fluido que circula por ellas."

Siendo una bomba, uno de los elementos fundamentales en las fuentes de agua, donde los diferentes tipos de bombas que se utilizan para la creación de chorros son:

7.9. Bombas sumergibles

Utilizadas para estanques, cascadas, y múltiples usos en talleres, jardines y reservas de agua. Al ser de pequeño tamaño, son consideradas idóneas en estanques, como en fuentes que se han construido dentro de masas de agua grande o pequeña para su construcción. En la figura 7 Se puede ver un ejemplo clásico de bomba sumergible, usada comúnmente en estanques.

Figura 7 Bomba sumergible



Fuente: Teisa Dakota, 2017

7.10. 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

7.11. 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 operación de encendido y apagado de las bombas, del sistema de iluminación, etc.

7.12. 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. Según "Altec, 2013" "La apertura y cierre de la válvula se efectúa a través de un campo magnético generado por una bobina en una base fija que atrae el émbolo."

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.

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizarán electroválvulas como se muestra en la figura 8 que funcionan a 24 V de corriente alterna.

Figura 8 Electroválvulas

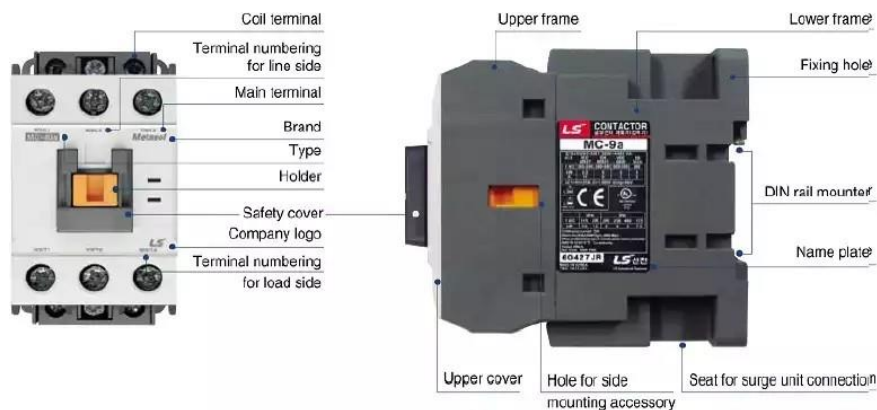


Fuente: Tu riego, 2015

7.13. Contactor Electromagnético

Este es un dispositivo designado a cerrar o interrumpir la corriente en uno o más circuitos eléctricos, que normalmente funcionan con mando a distancia, en lugar de ser operados manualmente en la figura 9 se muestra un contactor.

Figura 9 Contactor electromagnético



Fuente: Comerclhn, 2017

7.13.1. Partes De Contactor

El contactor electromagnético cuyo accionamiento se debe a la fuerza de atracción de un electroimán. Sus principales partes son:

- ✓ Contactos móviles.
- ✓ Contactos fijos.
- ✓ Hierro móvil.
- ✓ Muelle.
- ✓ Bobina alterna.
- ✓ Espira de sombra.
- ✓ Núcleo de hierro.
- ✓ Alimentación de la bobina.

7.13.2. Especificaciones Y Datos Técnicos Del Contactor

Las características de un contactor, según las disposiciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), vienen determinadas por tres términos.

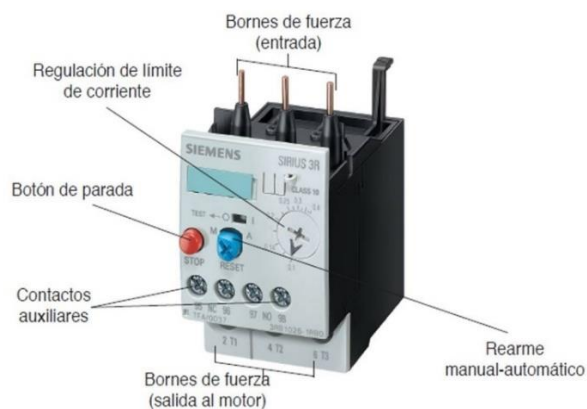
- ✓ Tipo de contactor.
- ✓ Valores nominales.
- ✓ Circuito de control y contactos auxiliares.

7.14. Relé Térmico De Protección

Se destina a controlar el calentamiento de los arrollamientos de los motores y a provocar la apertura automática del contactor cuando se alcanza un calentamiento límite.

Posee siempre un elemento fundamental que se alienta en función de la corriente del motor y que provoca la apertura automática de un contacto, cuando se alcanza la temperatura de reacción.

Figura 10 Relé térmico



Fuente: Directindustry, 2017

7.14.1. Datos técnicos de los relés térmicos

Los datos técnicos que deben considerarse en la especificación de un relé térmico para su selección son:

- Rango de ajuste de corriente. Este valor se escoge en base a la corriente nominal del motor.
- Voltaje nominal de operación. Que debe corresponder al menos al voltaje nominal del motor.
- Voltaje de aislamiento. Que sería el valor máximo de voltaje de operación.
- Contactos de salida. Que generalmente son dos, un contacto cerrado y un contacto abierto.
- Capacidad de los contactos de salida. Que normalmente es de 6 A, en la categoría AC11 según Normas IEC.

7.15. Arduino

El Arduino Mega es una placa electrónica basada en el ATmega1280.

Cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida "de los cuales 14 se pueden utilizar como salidas PWM", 16 entradas analógicas, 4 UARTs "puertos serie de hardware", un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio.

Contiene todo lo necesario para apoyar el micro controlador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o la corriente con un adaptador de CA a CC o una batería para empezar. La Mega es compatible con la mayoría de los shield para el Arduino Duemilanove o Diecimila.

Figura 11 Arduino Mega



Fuente: SpikenzieLabs, 2017.

Tabla 1 Características del Arduino

Microcontrolador	ATmega1280
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada "recomendado"	7 - 12V
Voltaje de entrada "límites"	6 - 20V
E / S digitales prendedores	54 "de los cuales 15 proporcionan salida PWM"
Pines de entrada analógica	16
Corriente continua para Pin I / O	40 mA
Corriente CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria flash	128 KB de los cuales 4 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad de reloj	16 MHz

Fuente: SpikenzieLabs, 2017.

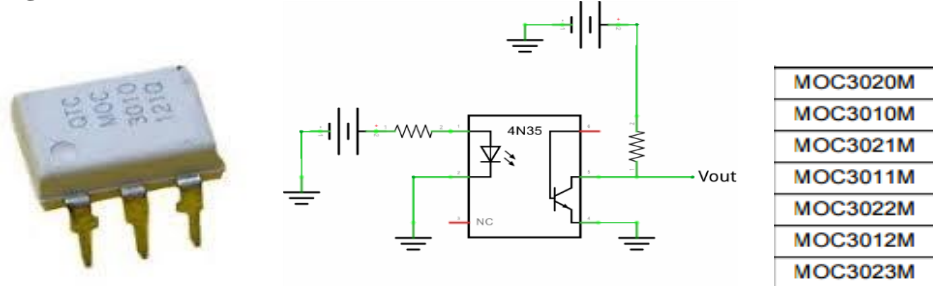
7.16. Optoacopladores

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.

Según "Área Tecnológica, 2014" "Un optoacoplador es un componente electrónico que se utiliza como transmisor y receptor óptico de luz, es decir pueden transmitir de un punto a otro una señal eléctrica sin necesidad de conexión física ni cables, mediante una señal luminosa."

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.

Figura 12 MOC físico, construcción básica, numeración



Fuente: Educa Chap, 2014

¿Qué utilidades tiene un optoacoplador?

Además de aislar circuitos, se pueden utilizar Optoacopladores para:

- Interfaces en circuitos lógicos.
- Interfaces entre señales de corriente alterna y circuitos lógicos.
- En sistemas de recepción "telefonía".
- Control de potencia.
- A modo de relé, etc.

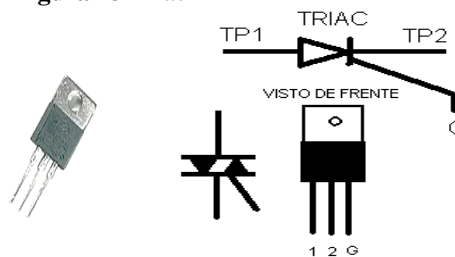
7.17. Triac – Control de potencia en AC

Según "Unicrom, 2015" "El triac es en esencia la conexión de dos tiristores en paralelo, pero conectados en sentido opuesto y compartiendo la misma compuerta."

El triac es un dispositivo semiconductor que pertenece a la familia de los dispositivos de control: los tiristores. En la figura 13 se muestra el triac en su forma física y su construcción interna.

Este componente sólo se utiliza en corriente alterna y al igual que el tiristor, se dispara por la compuerta. Como el triac funciona en corriente alterna, habrá una parte de la onda que será positiva y otra negativa.

Figura 13 Triac



Fuente: Electrónica 2000, 2013

7.18. Cables

Se llama cable a un conductor (generalmente cobre) o conjunto de ellos generalmente recubierto de un material aislante o protector, si bien también se usa el nombre de cable para transmisores de luz (cable de fibra óptica) o esfuerzo mecánico (cable mecánico).

Generalmente cuenta con aislamiento en el orden de 500 μm hasta los 0.05 m; dicho aislamiento es plástico, su tipo y grosor dependerá del nivel de tensión de trabajo, la corriente nominal, de la temperatura ambiente y de la temperatura de servicio del conductor.

Un cable eléctrico se compone de:

Conductor: Elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos. Puede estar formado por uno o varios hilos.

Aislamiento: Recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.

Capa de relleno: Material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.

Cubierta: Está hecha de materiales que protejan mecánicamente al cable. Tiene como función proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, etc.

7.19. Aislantes

El aislamiento eléctrico se produce cuando se cubre un elemento de una instalación eléctrica con un material que no es conductor de la electricidad, es decir, un material que resiste el paso de la corriente a través del elemento que alberga y lo mantiene en su desplazamiento a lo largo del semiconductor. Dicho material se denomina aislante eléctrico.

Se tiene diversos tipos de aislantes derivados de petróleo, papel y aceites especiales.

7.20. Tubería

Una tubería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. También sirven para transportar materiales que, si bien no son propiamente un fluido, se adecuan a este sistema: hormigón, cemento, cereales, documentos encapsulados.

7.20.1. Tubos de materiales plásticos

Son cañerías que se pueden utilizar en los hogares, y sirve para suministrar o drenar fluidos, como son los desechos de todo tipo y agua, también como tubería de ventilación.

Entre los diferentes tipos de tubería de plástico, se encuentran las que han sido manufacturadas con PVC, y son utilizadas para suministrar y drenar agua.

Como son de un material inflamable no son aptas para contener líquidos que se demuestran con temperaturas muy altas.

7.21. Eficiencia Energética

La red de alumbrado público del país constituye uno de los servicios fundamentales, en cuanto a movilidad, ornamentación y seguridad para la ciudadanía. Sin embargo, constituye uno de los rubros de consumo energético más importante, según datos obtenidos del Balance Energético Nacional 2013, elaborado por el Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos "MICSE": El consumo eléctrico en alumbrado público constituyó el 5,68% "189 MW" de la demanda máxima del Sistema Nacional Interconectado y el 4,95% "964 GWh" del total de energía de los diferentes sectores de consumo "residencial, comercial, industrial y otros".

Según "INER, 2017" "Es necesario, por tanto, crear políticas públicas y normas que contribuyan a distribuir de una manera responsable y planificada la energía utilizada en el alumbrado público". El marco constitucional del Ecuador otorga plena viabilidad para gestionar acuerdos entre las empresas eléctricas de distribución y municipalidades, quienes tienen a cargo el alumbrado público, para lograr el objetivo de mejorar y racionalizar el uso común del bien energético nacional.

El Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables "INER", bajo este contexto, se encuentra desarrollando investigaciones de eficiencia energética en Alumbrado Público, que podrían brindar insumos para los tomadores de decisiones y generar medidas aplicadas a escala nacional.

Es por este motivo que se realizó un análisis de luminarias a utilizar en donde se utilizó luminarias led que son de baja potencia y misma intensidad de luminosidad.

Ventajas de la tecnología led respecto a la iluminación con lámpara de sodio.

Ahorro energético: a igual iluminación, con la tecnología led, se tiene un ahorro energético del 50% al 80%.

La luz emitida por las lámparas de sodio es amarilla, esta no corresponde al pico de sensibilidad del ojo humano: los colores no son reproducidos fielmente y es por lo tanto necesaria más luz para garantizar una visión segura.

Los led, en cambio, emiten luz blanca fría, que permite alcanzar una iluminación segura para los usuarios de la calle "baja los tiempos de reacción ante un imprevisto" con menor consumo de energía. La luz blanca atraviesa mucho mejor la niebla, haciendo a los vehículos más visibles.

Figura 14 Visualización de luminarias led y de sodio

Fuente: INER, 2017

8. HIPÓTESIS

Si se implementa un control automático para el sistema de fuente de agua audio rítmica, en la Hacienda Nagsiche 2 está contará con un espacio que mejorará el turismo del sector de Mulalillo haciendo un uso racional de la energía eléctrica.

9. METODOLOGÍAS:

En el Proyecto de innovación e investigación que se va a realizar a la Hacienda Nagsiche 2 se emplearán los métodos de medición, exploratorio, creación, y estadístico.

Para la construcción del proyecto de innovación propuesto en la hacienda se utilizará el método exploratorio para conocer el área en el cual se va a realizar el proyecto en donde además se comprenderá de mejor manera y se realizará una investigación más detallada como: servicios y ambiente, Estadístico para adquirir los datos del consumo de energía eléctrica del proyecto y demostrar que es viable por su bajo consumo y alto impacto visual

Tabla 2 Metodologías

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Exploratorio	Visita al Área de trabajo
2	Medición	Manómetro, multímetro, GPS
3	Creación	Construcción del modelo propuesto
4	Estadístico	Consumos de Energía

Fuente: Postulantes

9.1.Exploratorio

Se realizó una visita propia del área a trabajar previa a la construcción de la fuente en la cual se constató las dimensiones y volúmenes previstos para la fuente y ductos de alimentación de energía necesarios para el funcionamiento de la misma.

Como instrumentos se utiliza los planos de la obra civil proyectados y las distancias desde la alimentación de energía eléctrica como el abastecimiento del agua.

9.2.Medición

La medición y adquisición de datos técnicos como voltajes y medidas de áreas y volúmenes de abastecimiento de agua, se la realizó con la adquisición de datos en el lugar, luego de su construcción se lo realizó mediante los siguientes instrumentos: la utilización de flexómetros y GPS para la determinación del lugar en donde será implementado el modelo, los volúmenes de agua y dimensiones de la misma para hacer la implementación de modelo civil con el modelo eléctrico de control.

Para la adquisición de datos de voltaje y suministro eléctrico se lo realizó en el tablero de control del complejo ya que cabía la posibilidad de implementar una bomba de agua tipo jet a 220 V por lo cual se debía tener a cuenta propia si el transformador de uso para el complejo proporcionaba esas características y se verificó con el uso de un voltímetro además se determinó que la distancia desde el tablero hasta las bombas es de 50 m incluido los tableros de control que se destinarán para el control de la fuente.

9.3.Creación

Una vez obtenido estos datos se procedió a la elección de una bomba de agua tipo jet de 1,5 HP de alta presión, teniendo en cuenta el diseño y tuberías de agua usados para complacer las características de chorro de 2 m de altura desde las 12 salidas con una presión de 150 bar.

La misma que fue obtenida mediante el ingreso de datos medidos y características deseadas en una hoja de cálculo Excel que se la realizó en base a las fórmulas de caudal, presión, volúmenes de agua y alturas de servicio a despachar, dicha hoja de cálculo da como resultado presión de agua y Pérdidas de presión a esperarse en la construcción, así como si se necesitará o no de amortiguadores de presión, la construcción de los distribuidores de agua, la adecuación de las luces, bomba en el lugar de trabajo, las placas de control y potencia del proyecto.

9.4.Instrumentos

Para el presente Módulo se utilizó el entorno de programación Arduino (Mega) en el cual se debe describir los pasos a ejecutarse teniendo en cuenta los tiempos de operación y en especial la transformación de los pulsos análogos de frecuencia de audio en pulsos digitales capaces de controlar un opto y este a un triac para dar paso al control de las electroválvulas.

Para lo cual se debió usar los puertos A0 y A1 para el ingreso de la frecuencia de la música, A2, A3, A4, A5 y A6 son puertos de entrada de efectos manuales los cuales pueden ser manipulados por el usuario. El puerto A7 es para manipulación automática y manual del sistema.

En modo automático el sistema se encenderá y apagará a un horario establecido por el usuario, en cuanto a manual el usuario podrá manipular a cualquier momento, teniendo a su disponibilidad efectos y la secuencia a ritmo de la música.

Las salidas se encuentran en los puertos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 los cuales van a controlar el encendido y apagado de las electroválvulas.

Las salidas A8 y A9 son utilizadas para el control de las luces y bomba respectivamente.

Para el control de potencia se debió hacer uso de los pulsos obtenidos por Arduino y ser capaces de llevarlos a una etapa de potencia antes de ser dirigidos a las electroválvulas, pero para poder construirla se debió previamente hacer unas pruebas de funcionamiento simulado en Proteus, el cual es un entorno digital que nos permite armar proyectos electrónicos de manera segura y así saber que posibles contratiempos u vialidades hay del sistema a armarse, para esta se utilizaron optos, triacs, y resistencias así como sus respectivas entradas y salidas de voltajes.

Para el diseño de las placas se usó el sistema ares para la mejor distribución de los elementos y así aprovechar de mejor manera el espacio para su posterior instalación sin contratiempos.

10. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Para el desarrollo e implementación del hardware de control de la fuente secuencial de agua con iluminación y comenzar con el armado del tablero de control, la adecuación de los elementos, instrumentos y partes rígidas de la fuente, se hace un análisis previo al diseño y construcción, así como también un dimensionamiento de las bombas y electroválvulas utilizadas.

10.1. Modelo de la pileta

El modelo de la pileta fue realizado por el dueño de la Hacienda Nagsiche 2, con sus respectivos cálculos civiles e hidráulicos en la cual nosotros como estudiantes de INGENIERIA ELECTRICA se implementará nuestro sistema eléctrico al sistema hidráulico.

En donde supieron manifestar que se utilizó tubo PBC de $\frac{1}{2}$ pulgada, codos, uniones, neoprenos para 12 salidas de agua y una salida central además de que la misma está diseñada de forma excéntrica y cuenta con 3 niveles el primer nivel con 7 salidas de agua el segundo nivel con 5 salidas de agua y el tercero con una salida de mayor caudal ajeno al sistema a implementar.

Figura 15 Pileta



Elaborado por: Postulantes

10.1.1. Dimensiones De La Estructura

Para cumplir con las alturas determinadas para cada una de las secciones de chorros mencionadas, como a su vez de las formas a crear, es necesario determinar el tamaño y la cantidad de agua que se tendrá en el reservorio y en la pileta. Se tiene una estructura de un tamaño medio en comparación con otras fuentes y esta a su vez no está centrada ya que consta de 3 niveles los mismos que esta excéntrica de su centro lo cual le da una particularidad especial y a su vez una complejidad al momento de suministrada agua a los mismos para cumplir con las alturas deseadas.

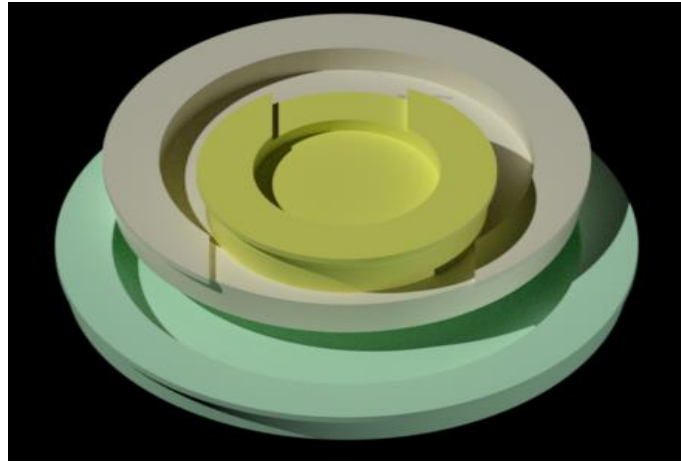
Consta de una base de tapa plástica para la pileta y un tanque reservorio para juntar los 2 y tener la parte principal de la fuente en donde se ubican los equipos.

10.1.2. Vista Aérea

Una vista aérea de la fuente luminosa, muestra las dimensiones que se tiene de la pileta y del dimensionamiento a la salida de los chorros, las respectivas distancias con las que se encuentran separados y de las salidas que se tiene para la conexión de la iluminación de la fuente.

La forma de la pileta determina hexágonos en su interior, y fija un pentágono inscrito en el círculo de la misma, en cada arista dirigida a un vértice del pentágono se tiene una salida de chorro, además una salida de chorro de igual tamaño acoplada a media distancia entre el pentágono y el centro de la pileta. Donde el chorro central está ubicado en el eje de la misma en la figura 16 se identifica las dimensiones y formas consideradas para la creación de las salidas de chorros, así como el tamaño de la fuente.

Figura 16 Pileta vista aérea

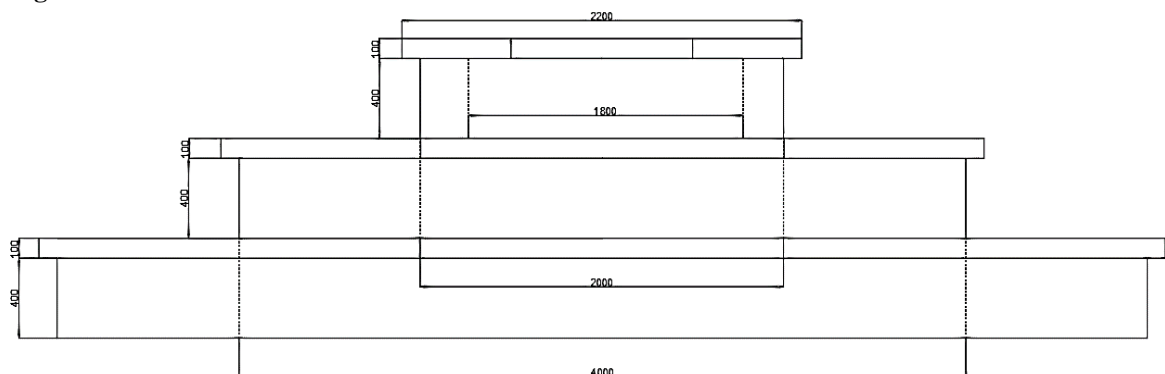


Elaborado por: Postulantes

10.1.3. Vista Frontal

Una vista frontal de la fuente muestra sus alturas, como también el posicionamiento de los chorros según el tipo de estructura que representan ya que de esta manera se tienen los juegos de chorros, y las formas que se crean entre ellos en la figura 17 se puede observar las dimensiones externas de altura y sujeción de la pileta y del reservorio de donde las bombas succionan el agua, para enviar a las tuberías y crear los chorros; de igual manera se muestra una vista frontal del diseño creado en AutoCAD.

Figura 17 Pileta vista frontal

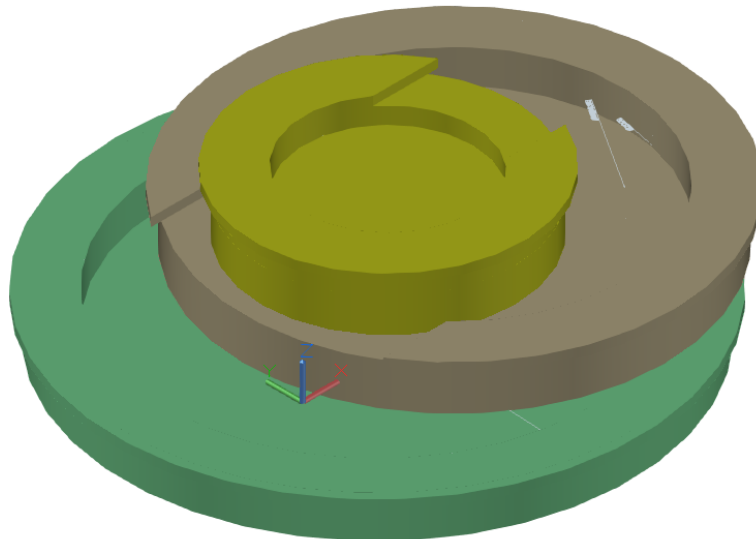


Elaborado por: Postulantes

10.1.4. Vista Lateral

La vista lateral indica el espacio estructural en el cual está sujeto el tablero de control, la altura respectiva del mismo y la colocación de una pequeña visera que determina el espacio de protección en la figura 18 se indica las dimensiones del posicionamiento del tablero de control como la base de sujeción de toda la pileta, y permite una vista lateral del diseño creado en AutoCAD.

Figura 18 Pileta vista lateral



Elaborado por: Postulantes

10.2. Volumen de agua en la fuente

La fuente consta de 3 niveles todos excéntricos y de diferentes medidas las cuales a su vez en conjunto darán el volumen total de la misma.

$$V = \pi * r^2 * h$$

Ecuación 1

Donde:

V = Volumen de un pozo circular de agua (m³)

r = Radio (m)

h = Altura (m)

Con los siguientes datos.

Nivel 1

Diámetro =6m

Altura=0.20m

$$V1 = \pi * r^2 * h$$

$$V1 = \pi * 3^2 * 0.20m$$

$$V1 = 5.65m^3$$

Nivel 2

Diámetro = 4m

Altura =0.20m

$$V2 = \pi * r^2 * h$$

$$V2 = \pi * 2^2 * 0.20m$$

$$V2 = 2.51m^3$$

Nivel 3

Diámetro = 2m

Altura=0.20m

$$V3 = \pi * r^2 * h$$

$$V3 = \pi * 1^2 * 0.20m$$

$$V3 = 0.62m^3$$

Volumen total

$$Vt = V1 + V2 + V3$$

Nota

Los volúmenes de nivel 1 y 2 se den divididos por la mitad al estar superpuestos el nivel 2 sobre el 1 y el nivel 3 sobre el 2 por lo tanto no son volúmenes completos.

$$Vt = \left(\frac{5.65}{2} + \frac{2.51}{2} + 0.62\right)m^3$$

$$Vt = 4,7m^3 \text{ de agua}$$

10.3. Volumen del pozo de abastecimiento de agua

El pozo para el proyecto cuenta con un volumen de 1,8 m³ de agua para el correcto funcionamiento de la fuente y a la vez hace de contenedor retorno de agua ya que la forma de la fuente lo hace posible y realiza una recirculación del agua.

$$V = a * b * c$$

Ecuación 2

Donde:

V = Volumen de un pozo rectangular de agua (m³)

a = Lado (m)

b = ancho (m)

c = altura (m)

$$V = a * b * c$$

$$V = 1,2m * 1,5 * 1m$$

$$V = 1,8m^3$$

Figura 19 Pozo recolector de agua y tubería de entrada de los chorros



Elaborado por: Postulantes

10.4. Obtención de presión de agua de suministro

Para la obtención de volúmenes de agua para el llenado y abastecimiento de agua se lo realizo en la toma de agua del complejo en donde se obtuvo 3 bar de presión mediante un manómetro de presión con esta presión se logra un llenado total de la fuente en 3 horas teniendo en cuenta que a esta se le realizará un cambio total del agua mensualmente.

Para el caso de la bomba de agua las presiones de agua se las obtiene de catálogo por lo cual se preside la toma de presiones y adicionales.

10.5. Dimensionamiento de las bombas a utilizar

Se tiene el tipo de bomba a utilizar bajo las siguientes consideraciones:

Impulsar el agua de una manera perpendicular al eje de rotación del álabe o rodete, proporcionando un flujo de agua suave y uniforme, así como elevar caudales pequeños a gran altura.

Por estas razones y por su facilidad de adquisición, para el presente proyecto se tiene el uso de bombas un tipo jet de presión y una centrífuga.

Como variables físicas que permiten medir el funcionamiento de una bomba se tiene: caudal, presión, velocidad específica, potencia que consume, altura neta de succión, entre otras. A partir de estas variables se toman las consideraciones del caso para los requerimientos establecidos.

Para empezar con el análisis de cada uno de los parámetros, que permitan dimensionar la bomba a utilizar, es necesario completar para cada uno de estos cálculos, la estimación del diámetro de la tubería que se utilizará en la canalización de reparto de agua.

Las pérdidas de caudal, Pérdidas en la tubería se realizaron mediante un documento en Excel en el cual podremos calcular cada una de las pérdidas en diferentes puntos del sistema hidráulico.

10.6. Estimación Del Diámetro De Tubería

10.6.1. Bomba de la estructura del primer y segundo nivel

Dentro de la estructura se crean 12 chorros por separado, con una altura media de 2 m La velocidad de circulación de líquido por las toberas se toma de 3 m / s, buscando una respuesta rápida de funcionamiento y deformación del chorro al instante en que se activen las electroválvulas con solenoides.

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Ecuación 3

D = Diámetro de las tuberías (m)

Q = Caudal que circula (m³)

V = Velocidad de circulación

$$Caudal = \frac{14000lt}{h} = \frac{14m^3}{h} = \frac{3.88 \times 10^{-3} m^3}{s} = 3.24 * \frac{10^{-4} m^3}{s} * 12 \text{ salidas}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 3.88 \times 10^{-3} m^3 / s}{\pi * 3}}$$

$$D = 0.0405m = 40.5mm$$

Dando como resultado una tubería de 1 ½ pulgada para distribución desde la bomba.

Por otro lado, este caudal es repartido para la creación de chorros separados, los cuales como se ha mencionado son 12 y de complexión delgada

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 3.24 \times 10^{-4} m^3 / s}{\pi * 3}}$$

$$D = 0.0117m$$

Por lo que se utiliza tubería de 12mm lo cual es aproximado a ½ pulgada.

10.7. Caudal

Volumen que descarga la bomba por unidad de tiempo puede ser expresada en litros sobre segundos el caudal que se maneja es el máximo que soporta la bomba a abastecer (se estima un volumen de masa de agua que permita elevar constantemente los chorros de agua) considerando un valor de 233 lt / min con una bomba tipo jet de 1hp.

10.8. Carga Hidráulica

Esta expresión indica el trabajo que realiza el equipo por unidad de peso elevado. Así la fuerza por unidad de área que debe vencer la bomba (a partir de la energía que se ha transferido al líquido para que se eleve)

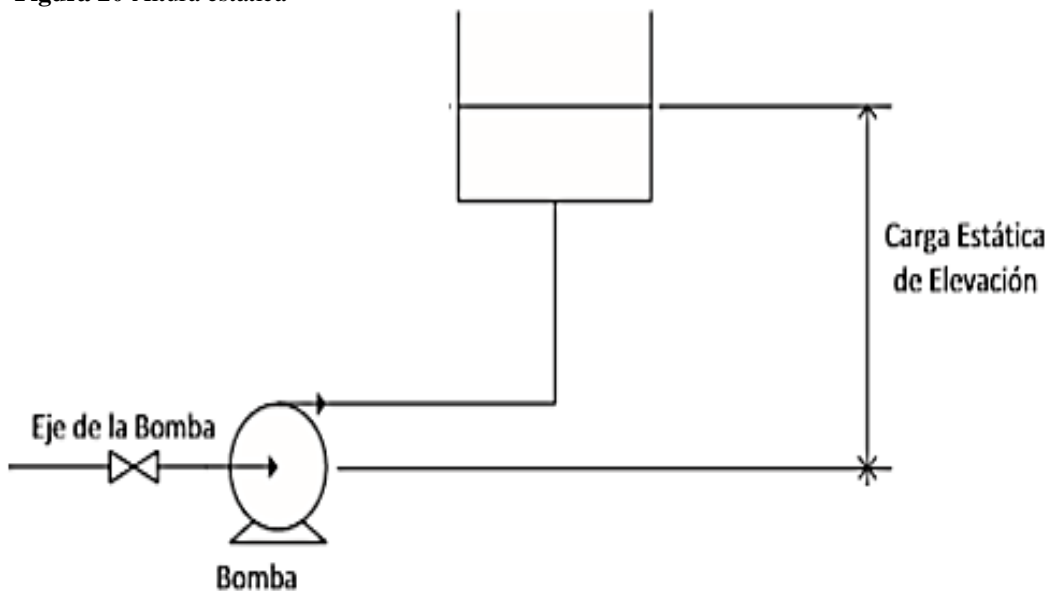
Factores propios del sistema de bombeo que debe vencer:

- Altura estática
- Pérdidas de carga
- Altura representativa de velocidad ($V^2 / 2g$)

10.8.1. Altura estática

En el presente proyecto se cuenta con una bomba sumergible con la cual se controla las salidas de chorros de agua y carga estática de elevación de 1,2 metros

Figura 20 Altura estática



Elaborado por: Postulantes

10.8.2. Pérdidas de carga

Las pérdidas de cargas típicas que se muestran en todo sistema hidráulico de tuberías son:

- Fricción en tuberías rectas
- Entrada a la tubería
- Ensanchamiento repentino
- Contracción brusca
- Cambios de dirección y obstrucción parcial

Dentro del proyecto se tienen varias de las partes anteriormente mencionadas, primero las Pérdidas por entrada a la tubería, la fricción por tuberías rectar, Pérdidas de ensanchamiento repentino además cuenta con electroválvulas, las válvulas de paso de agua, cambios de dirección entre codos, derivaciones.

Para un análisis óptimo y concreto de las pérdidas se aplica la ecuación de Bernoulli entre los puntos iniciales y finales del sistema de tuberías.

$$Hm = \sum hp_{friccion} + \sum hp_{Totales} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

Hm = Pérdidas de carga

hpfriccion = Pérdidas por fricción

hptotales = Pérdidas locales

10.8.3. Pérdidas por fricción

Las pérdidas por fricción se analizarán según la fórmula de Hazen Williams.

$$hpf = \left(\frac{10.679}{C^{1.852}} \right) * \left(\frac{L}{D^{4.87}} \right) * Q^{1.852} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

hpf = Pérdidas de carga por fricción (m)

L = Longitud de la tubería (m)

D = Diámetro interior (m)

Q = Caudal (m³ / s)

C = Coeficiente de fricción se obtienen de la tabla 3, según material y años de uso de la tubería.

Tabla 3 Coeficientes de fricción

Material	Coefficiente
Asbesto - cemento (nuevo)	135
Cobre y Latón, hierro nuevo, aluminio	130
Hierro fundido, 10 años	107-113
Hierro fundido, 20 años	89-100
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado común	120
Acero galvanizado	125
Acero remachado nuevo	110
PVC	140
PE	150
Plomo	130-140

Fuente: Iploma, 2017

Tabla de tubería PVC

Como un complemento se tiene la tabla de tubería PVC 1120 ASTM D, con cada una de las características de operación y sus diferentes tamaños en diámetro, espesor y peso aproximado.

Tabla 4 Diámetros y medidas PVC

Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Exterior		Diámetro Interior		Espesor de Pared		Presión a 23 °C		Peso Aprox. kg/m
	(pulg.) (O.D.)	(mm)	(pulg.) (I.D.)	(mm)	(pulg.) (T)	(mm)	(psi)	(kg/cm ²)	
1/2"	0.840	21.3	0.609	15.5	0.109	2.8	600	42.0	0.24
3/4"	1.050	26.7	0.810	20.6	0.113	2.9	480	33.6	0.32
1"	1.315	33.4	1.033	26.2	0.133	3.4	450	31.5	0.47
1 1/4"	1.660	42.2	1.363	34.6	0.140	3.6	370	25.9	0.63
1 1/2"	1.900	48.3	1.593	40.5	0.145	3.7	330	23.1	0.76
2"	2.375	60.3	2.049	52.0	0.154	3.9	280	19.6	1.01
2 1/2"	2.875	73.0	2.445	62.1	0.203	5.2	300	21.0	1.60
3"	3.500	88.9	3.042	77.3	0.216	5.5	260	18.2	2.10
4"	4.500	114.3	3.998	101.5	0.237	6.0	220	15.4	2.98
6"	6.625	168.3	6.031	153.2	0.280	7.1	180	12.6	5.26
8"	8.625	219.1	7.942	201.7	0.322	8.2	160	11.2	7.89
10"	10.750	273.1	9.976	253.4	0.365	9.3	140	9.8	11.20
12"	12.750	323.9	11.889	302.0	0.406	10.3	130	9.1	14.80
14"	14.000	355.6	13.073	332.1	0.437	11.1	130	9.1	17.56
16"	16.000	406.4	14.940	379.5	0.500	12.7	130	9.1	22.93
18"	18.000	457.2	16.809	426.9	0.562	14.3	130	9.1	29.91
20"	20.000	508.0	18.743	476.1	0.593	15.1	120	8.4	35.13
24"	24.000	609.6	22.544	572.6	0.687	17.4	120	8.4	48.89

Fuente: Iploma, 2017

10.9. Pérdidas del distribuidor

Existen 12 salidas para lo cual se utilizó un distribuidor en este caso con la medida de 1 1/2 pulgada, con un caudal de 14000 lt esto convertidos en metros cúbicos es $3.88 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$, con una longitud de tubería para la estructura pentágono de aproximadamente 20 m.

Entonces el caudal total de los 12 chorros es.

$$\text{Caudal total} = \frac{3.88 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{\text{s}} * 12 \text{ (chorros)}$$

Y el caudal individual es:

$$\text{Caudal individual} = \frac{3.24 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{\text{s}}$$

En consideración con la tabla de tuberías PVC. Donde los valores característicos de tubería nominal para PVC son:

Diámetro exterior = 48.3 mm

Espesor de pared = 3.7 mm

Diámetro interior = 40.5 mm

Peso Aproximado = 0.24 kg / m

Entonces reemplazando la ecuación 5 obtenemos las pérdidas por fricción del distribuidor.

$$h_{pf} = \left(\frac{10.679}{140^{1.852}} \right) * \left(\frac{20}{(0.0405)^{4.87}} \right) * (3.88 \times 10^{-3})^{1.852}$$

$$h_{pf} = 0.00708m$$

10.10. Pérdidas por cada una de las salidas (12 chorros)

Existen 12 salidas para lo cual se utilizó tubería PVC de ½ pulgada, con un caudal de 14000 lt esto convertidos en metros cúbicos es $3.88 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$, con una longitud de tubería para la estructura pentágono de aproximadamente 20 m.

Entonces el caudal individual es:

$$\text{Caudal individual} = \frac{3.24 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{s}$$

En consideración con la tabla de tuberías PVC. Donde los valores característicos de tubería nominal para PVC son:

Diámetro exterior = 21.33 mm

Espesor de pared = 2.8 mm

Diámetro interior = 15.5 mm

Peso Aproximado = 0.24 kg / m

Entonces reemplazando la ecuación 5 obtenemos las pérdidas por fricción de las 12 salidas.

$$h_{pf} = \left(\frac{10.679}{140^{1.852}} \right) * \left(\frac{20}{(0.0155)^{4.87}} \right) * (3.24 \times 10^{-4})^{1.852}$$

$$h_{pf} = 5.076 \text{ m}$$

10.11. Pérdidas locales

Tomando en cuenta la expresión definida por Torricelli, donde:

$$V = \sqrt{2gh} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

V = Velocidad del caudal (m / s)

g = Gravedad (9.8 m / s²)

h = altura

$$hv = \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

hv = altura representativa de la velocidad se mide en metro de columna de agua (m.c.a)

V = Velocidad del caudal (m / s)

g = Gravedad (9.8 m / s²)

$$hpl = K \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

hpl = pérdidas locales (m)

hv = altura representativa de la velocidad (m.c.a)

V = Velocidad del caudal (m / s)

g = Gravedad (9.8 m / s²)

K = constante que se determina por el tipo de accesorio y su diámetro nominal

Tabla 5 Diámetros y medidas PVC

Accesorios	L/D	Diámetro nominal (en pulgadas)												
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2-3	4	6	8-10	12-16	18-24	
		Valores de K												
Válv.de compuerta(abierta)	8	0.22	0.2	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.1	0.1	
Válv.de globo(abierta)	340	9.2	8.5	7.8	7.5	7.1	6.5	6.1	5.8	5.1	4.8	4.4	4.1	
Válv.de retención horizontal(check)	100	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	
Válv.de retención horizontal oscilatoria(check)	50	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.75	0.7	0.65	0.6	
Válv.de pie de disco(de huso)con colador	420	11.3	10.5	9.7	9.3	8.8	8.0	7.6	7.1	6.3	5.9	5.5	5.0	
Válv.de pie de disco con bisagra	75	2	1.9	1.7	1.7	1.7	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0	0.9	
Codos estándar	90°	30	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39	0.36
	45°	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	90° radio largo	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	180°	50	1.35	1.25	1.15	1.10	1.05	0.95	0.9	0.85	0.75	0.7	0.65	0.6
Curvas de 90°	20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24	
T en línea (con derivación en la línea principal y lateral cerrada)	20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24	
T en línea (con circulación por derivación)	60	1.62	1.5	1.38	1.32	1.26	1.14	1.08	1.02	0.9	0.84	0.78	0.72	

Fuente: Cameron Hydraulic data, 2015

10.12. Pérdidas de los distribuidores de 1 1/2 in

Las pérdidas locales vendrán dadas por la suma de todas las pérdidas de cada accesorio, con su respectiva constante K en donde remplazaremos la ecuación 8 con sus respectivos datos.

10.12.1. Primera parte.

Para una repartición de salida de tobera (un chorro) se utiliza 1 codo de 90° de 1/2", una válvula de paso 1/2" o compuerta y la electroválvula (considerada como válvula de paso). Todo esto por cada una de las 12 salidas

$$h_{pl} = \sum \left(12 * \frac{0.81 * 3^2}{2 * 9.8} + 12 * \frac{0.22 * 3^2}{2 * 9.8} + 12 * \frac{1.62 * 3^2}{2 * 9.8} \right)$$

$$h_{pl} = 14.60 \text{ m}$$

10.12.2. Segunda Parte

Para la elevación de los chorros y la repartición del agua a los 12 chorros con una tubería de 1 1/2", se tiene lo siguiente, se tiene lo siguiente; 9 T en línea de 1 1/2" 6 codos de 90°

$$h_{pl} = \sum \left(9 * \frac{0.42 * 3^2}{2 * 9.8} + 6 * \frac{0.63 * 3^2}{2 * 9.8} \right)$$

$$h_{pl} = 3.47 \text{ m}$$

10.12.3. Tercera Parte

Para la salida del chorro se utiliza un boquilla de $\frac{1}{4}$.

$$hpl = \sum \left(12 * \frac{1 * 3^2}{2 * 9.8} \right)$$

$$hpl = 5.51m$$

Pérdidas locales totales.

$$hpl = 14.60 + 3.47 + 5.51$$

$$hpl = 23.58 m$$

10.13. Altura representativa de velocidad

Este término corresponde a la energía cinética del agua dentro de la tubería, y depende de la velocidad del agua, referida a la velocidad de salida de agua desde la tubería. Su valor se expresa en metro de columna de agua.

Para efectos de diseño se suma a los requerimientos de presión del sistema, con el fin de obtener la altura o carga manométrica total.

Reemplazando de la ecuación 7 de velocidad se determina el valor de altura representativa, para la bomba.

$$hv = \frac{(3)^2}{2 * 9.8} = 0.459 m. c. a.$$

10.14. Potencia de la bomba

La potencia será la cantidad de energía transferida al fluido por unidad de tiempo. Es así que la potencia en el eje de la bomba, considerando su eficiencia, es aquella que se necesita para elevar una determinada masa de agua por unidad de tiempo, comunicándole una presión al fluido para vencer la carga manométrica.

Se la determina de la siguiente manera. Expresada en HP y KW respectivamente

$$Hp = \frac{Q * Hm}{75 * n}$$

Ecuación 9

$$KW = \frac{Q * Hm}{120 * n} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

Hm = Carga manométrica total (m).

N = Eficiencia de la bomba, $0 < n < 1$.

Hp = Potencia consumida por la bomba (Potencia en el eje de la bomba) (hp).

KW = Potencia consumida por la bomba (Potencia en el eje de la bomba) (KW).

Como se mencionó anteriormente la altura manométrica total será la suma de todas las pérdidas, más la carga estática del sistema, en este caso sólo la de elevación, ya que la de succión se considera como nula al encontrarse al mismo nivel de altura de la bomba.

$$Hm = Az + h_{pf} + h_{pl} + h_v \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

Hm = carga manométrica total (m)

Az = altura del chorro (m)

h_{pf} = pérdidas totales por fricción (m)

h_{pl} = pérdidas totales locales (m)

h_v = altura representativa de la velocidad (m.c.a)

Bomba para las 12 salidas de la fuente

Se considera la altura desarrollada por cada chorro del pentágono Az = 2 m. El cálculo de la altura manométrica se lo consigue reemplazando la ecuación 11.

$$Hm = (2 + 5.076 + 23.58 + 0.459)m$$

$$\mathbf{Hm = 31.11m}$$

Con el valor calculado de altura manométrica total, se determina la potencia de la bomba que cumple la altura del chorro a crear reemplazando la ecuación 9 y 10 respectivamente.

$$Hp = \frac{3.88 * 31.11}{75 * 0.95} \quad , \quad KW = \frac{3.88 * 31.11}{120 * 0.95}$$

$$\mathbf{Hp = 1.63 \quad , \quad KW = 1.02}$$

10.15. Sistema de control

Como se describe en el capítulo 7 fundamentación científico técnica para el control se utilizó una placa Arduino mega la cual cumple con las condiciones necesarias y se adecua los costos presupuestados para el proyecto ya que cumple con las etapas de adquisición de datos control en el tiempo y ejecución de pasos deseados y la posibilidad de añadir más módulos según sea las necesidades del proyecto.

Para la adquisición de datos se realizó la programación en el ARDUINO MEGA en el cual cuenta con entradas y salidas, analógicas y digitales respectivamente.

10.16. Módulo de secuencias

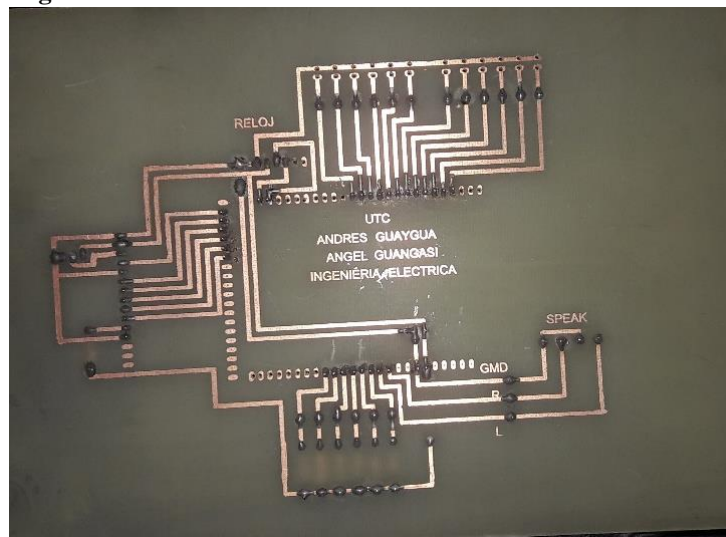
En el presente Módulo se utilizó los puertos A0 y A1 para el ingreso de la frecuencia de la música, A2, A3, A4, A5 y A6 son puertos de entrada de efectos manuales los cuales pueden ser manipulados por el usuario. El puerto A7 es para manipular automática y manual el sistema.

En automático el sistema se encenderá y apagará a un horario establecido por el usuario, en cuanto a manual el usuario podrá manipular a cualquier momento teniendo a su disponibilidad efectos y la secuencia a ritmo de la música.

Las salidas digitales de los puertos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 los cuales van a controlar el encendido y apagado de las electroválvulas.

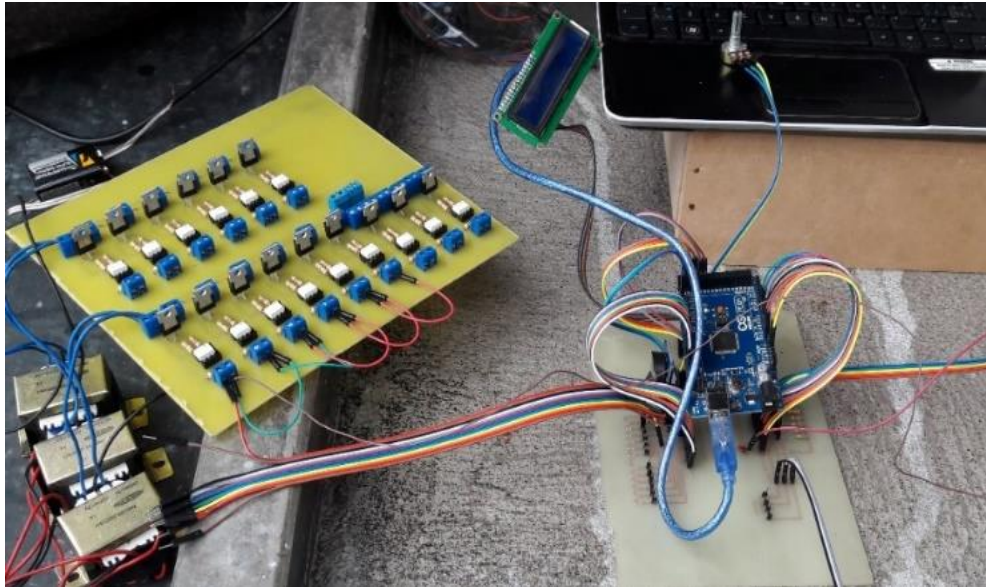
La salida A8 es para controlar el encendido y apagado de la bomba además contamos con una salida A9 que permite el control de las luminarias el encendido y apagado de las mismas.

Figura 21 Módulo de Secuencias



Elaborado por: Postulantes

Figura 22 Módulo de Secuencias – ARDUINO MEGA



Elaborado por: Postulantes

10.17. Módulo de potencia

Con el presente módulo se enlazará entre las señales procedentes del módulo de control con salida de 5 V con el voltaje de 24 V que se requiere para el control y apertura de los solenoides de las electroválvulas.

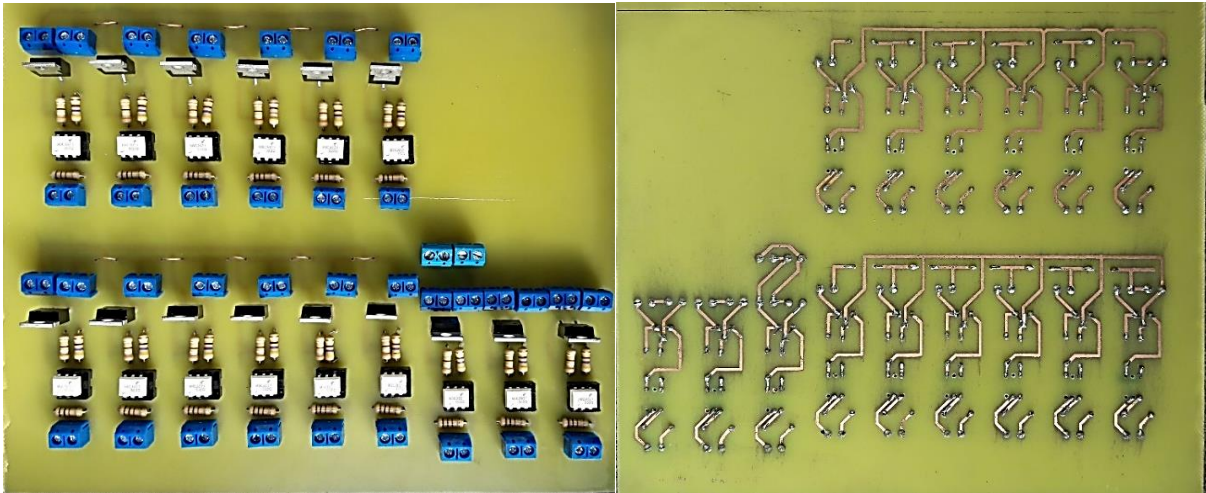
El enlace de 5 V se lo realiza mediante el uso de un optoacoplador Bt 3021 el cual hace de relé y da paso a control de voltajes superiores, el porqué del uso de este Moc es porque cuenta con un rango del emisor de 3 V y lo hace ideal para los niveles de voltaje que se maneja desde el Arduino y su receptor, así como el soporte de corrientes de 60 mA y un consumo de 100 mW.

En el lado del emisor tiene un foto receptor capaz de soportar corrientes hasta de 1 A y un consumo de 300 mW esto dará paso al control de voltajes en corriente alterna que es lo que se requiere para disparar la siguiente etapa, cabe recalcar que los sustitutos de este elemento serán los siguientes MOC 3021,3022 y 3023.

Seguido a este se utiliza un triac Bt 137 por la posibilidad de poder manejar voltajes de 500 V y corrientes de hasta 8 A como llave de enlace en la zona de potencia ya que las electroválvulas funcionan con voltaje alterno y los triac cumplen los requerimientos.

Este procedimiento se lo realiza para cada una de las electroválvulas. 12 en este caso y 3 más adicionales para control de bombas e iluminación.

Figura 23 Módulo de Potencia



Elaborado por: Postulantes

10.18. Módulo de control

En la figura 24 se muestra el panel de control que el usuario puede manipular y a su vez puede elegir la música que desee para lograr el efecto deseado.

Se cuenta con varios interruptores como son:

Interruptor de encendido o apagado del sistema en general en el cual cuenta con una luz piloto que indica el encendido del sistema.

Paro de emergencia el cual me permite apagar el sistema manualmente en caso de alguna avería observada por el operador.

Interruptor automático y manual este interruptor permite controlar los efectos del agua manualmente además en la parte automática el sistema se encenderá solo a una determinada hora y de la misma manera se apagará.

Interruptores de secuencias o efectos son cinco efectos diferentes que se pueden manipular manualmente.

Nota. El interruptor de manual y automático siempre tendrá que estar en forma automático ya que si el interruptor se encuentra en posición de manual la bomba permanecerá encendida y perdería su vida útil. Por otro lado se automatizo el control de secuencias con la bomba es decir que al encender un efecto la bomba se encendería, pero por el arranque de la bomba esta también podría perder su vida útil y en muchos de los casos averiarse.

Figura 24 Modulo de control y potencia



Elaborado por: Postulantes

10.19. Modelo instalado

En el presente módulo se indica los pasos que se realizó para la implementación del sistema eléctrico al sistema hidráulico.

En la figura 25 se muestra los materiales a utilizar en el sistema de la fuente audio rítmica.

Figura 25 Materiales a utilizar en el sistema audio rítmico



Elaborado por: Postulantes

A continuación, se indicas el montaje de la bomba en un pozo subterráneo ya que la misma es sumergible, en donde el pozo almacenará el agua necesaria para que el sistema entre en funcionamiento.

Además el sistema hidráulico y sistema eléctrico están debidamente aisladas como son las electroválvulas, iluminación de la pila y empalmes.

Figura 26 Empotramiento de bomba, tubería y cableado de control, potencia e iluminación.



Elaborado por: Postulantes

10.20. Iluminación

Se utilizó 12 reflectores tipo led RGB de 12 voltios con protección IP68 ya que por condiciones de trabajo se utiliza sumergidos sobre el agua los mismos que ofrecen una potencia de 10 W y un consumo de 0.2 mA la cual es tipo lupa que tiene un ángulo de proyección de 80°.

Tabla 6 Características de Reflectores RGB

Características	Potencia	10 W
Alimentación	CC 12V	Flujo luminoso 450 lm
Ángulo	120 °	Color de luz RGB
Longitud de onda	R-620-630 nm / G-510-525 nm / B-455-470 nm	Acabado Aluminio Movilidad basculante
Protección	IP68	Waterproof depth: 1-2m
Vida útil	> 50.000 h	Temp. de trabajo - 40°C hasta +55°C
Dimensiones:	93 x 80mm	Peso 357 g

Fuente, Mercado libre.ec 2017

Como se muestra en la figura 27 contamos con una base que permite sujetarla de mejor manera en donde se puede variar los ángulos de reflexión de luz a 120° haciendo mucho más fácil el direccionamiento hacia los chorros de agua.

Figura 27 Bases de las luminarias.



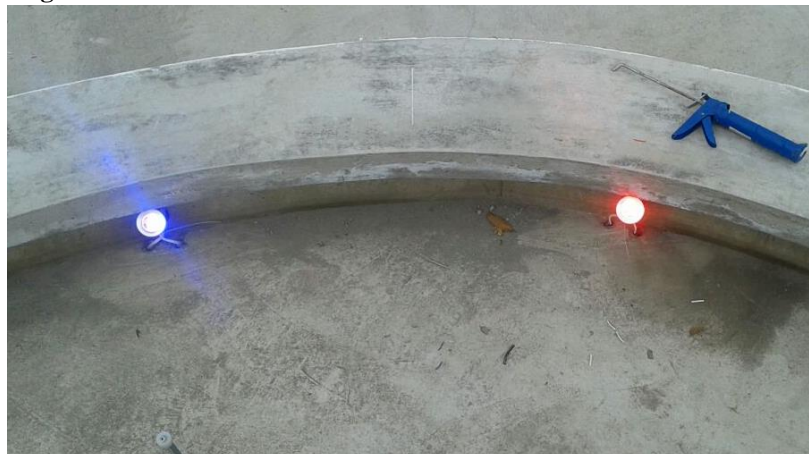
Elaborado por: Postulantes

Figura 28 Luminarias



Elaborado por: Postulantes

Figura 29 Luminarias encendidas



Elaborado por: Postulantes

10.21. Bomba

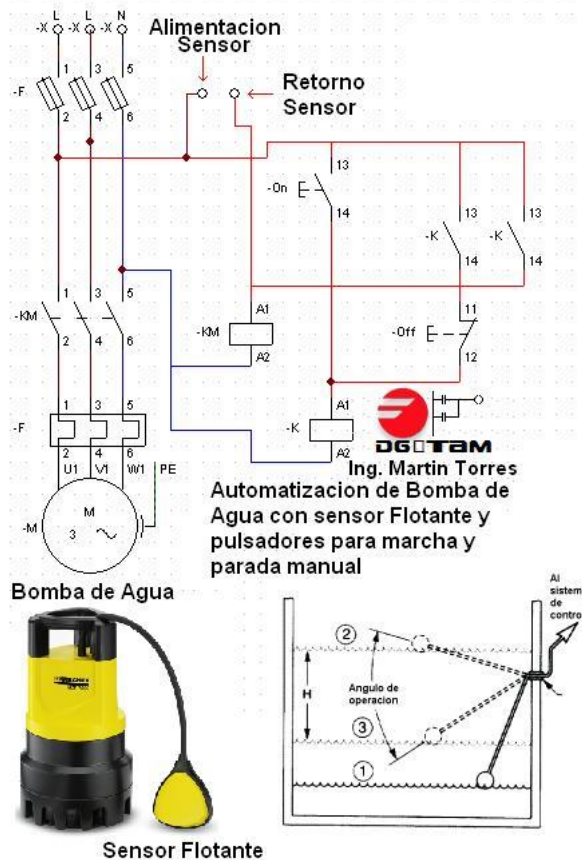
Se utilizó una bomba de 1 ½ HP ya que previamente realizado las respectivas pruebas y cálculos obtenidos esta cumple con los requerimientos de presión y caudal necesarios para un correcto funcionamiento además es cien por ciento sumergible y trabaja con un nivel de voltaje de 110 V.

Esta cuenta con dos protecciones

Un sensor de nivel de agua el cual protege a la bomba en caso de niveles extremadamente bajos de agua, para así evitar averías y en peor de los casos evitar que la bomba se queme.

Una protección para aguas negras ya que esa bomba puede trabajar con sedimentos en el agua de hasta 3 mm la cual es idónea para nuestro sistema ya que el mismo está a la intemperie.

Figura 30 Esquema de protección de la Bomba 1 1/2hp



Fuente: Yoreparo, 2017.

En la tabla 7 se muestra la placa de características de la bomba a utilizar en el sistema ya que esta cumple con todos los requerimientos y características necesarias para un correcto funcionamiento de la fuente audio rítmico.

Tabla 7 Tabla de características bomba de agua

Código:	12604
Clave:	BOS-1-1/2SP
Potencia:	1 1/2 HP (1,100 W)
Flujo máximo:	14,000 L/h
Altura máxima:	9 m
Tensión / Frecuencia:	120 V / 60 Hz
Velocidad:	2,850 rpm
Máxima profundidad:	5 m
Diámetro de salida:	1", 1 1/4", 1 3/8" y 1 13/16"
Ciclo de trabajo:	50 min. de trabajo x 20 min. de descanso
Máximo diario:	6 Horas
Dimensiones:	A 35 x D 16
Peso:	5.5 kg
Empaque:	CAJA 1 / MASTER 4
Subdis.:	\$ 1,555
Mayoreo:	\$ 1,755
Público:	\$ 2,025

Fuente: Trooper, 2017.

En la figura 31 se muestra la bomba física que se va a utilizar en el sistema.

Figura 31 Bomba 1 1/2hp



Elaborado por: Postulantes

10.22. Conductores

Calibre de alambre estadounidense (en inglés *American wire gauge* o *AWG*) es una referencia de clasificación de diámetros.

Tabla 8 Características de conductores AWG

AWG	Diámetro	Área	Resistencia eléctrica en cobre ($\Omega/1$ km)	Corriente admisible en cobre
	(mm)	(mm ²)		a 60 °C aislado ³ (A)
6	4.115	13.3		55
7	3.665	10.5		
8	3.264	8.37		40
9	2.906	6.63		
10	2.588	5.26	32.772	30
11	2.305	4.17	41.339	
12	2.053	3.31	5.210	25
13	1.828	2.62	6.572	
14	1.628	2.08	8.284	15
15	1.450	1.65	10.45	
16	1.291	1.31	13.18	10 / 18 (90 °C)
17	1.150	1.04	16.614	
18	102.362	0.823	20.948	5 / 14 (90 °C)
19	0.9116	0.653	26.414	
20	0.8128	0.518	33.301	

Fuente. The Facts of the American Wire Gauge, 2017.

Para las respectivas conexiones se utilizó los siguientes cables aislados:

Se utilizó conductor #14 AWG para la conexión de las bombas ya que los mismos soportan hasta las corrientes de arranque de 15 A y funcionamiento de las mismas.

Se utilizó conductor #16 AWG para las conexiones de iluminación ya que las mismas presentan una carga de 1.2 A.

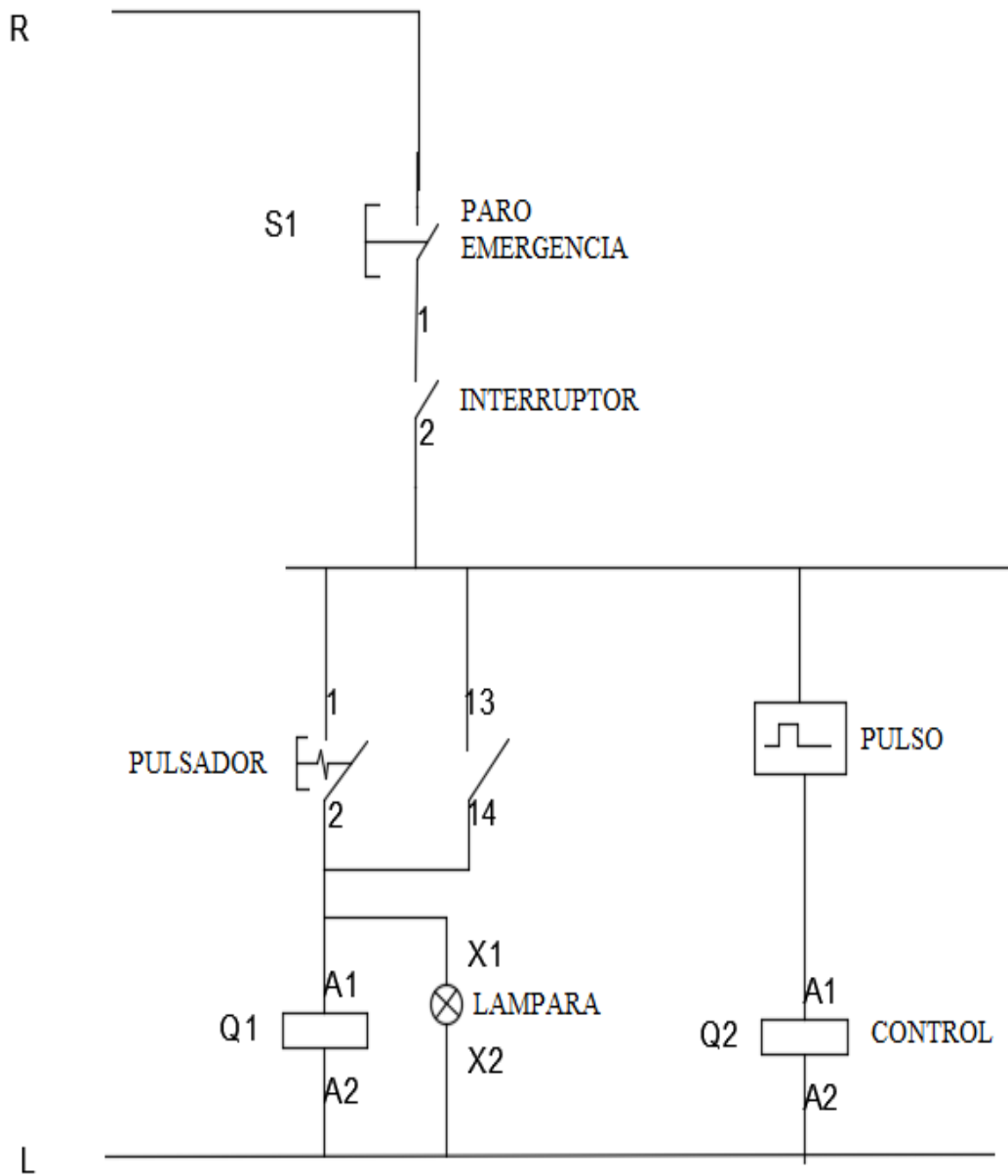
Figura 32 Conductores



Elaborado por: Postulantes

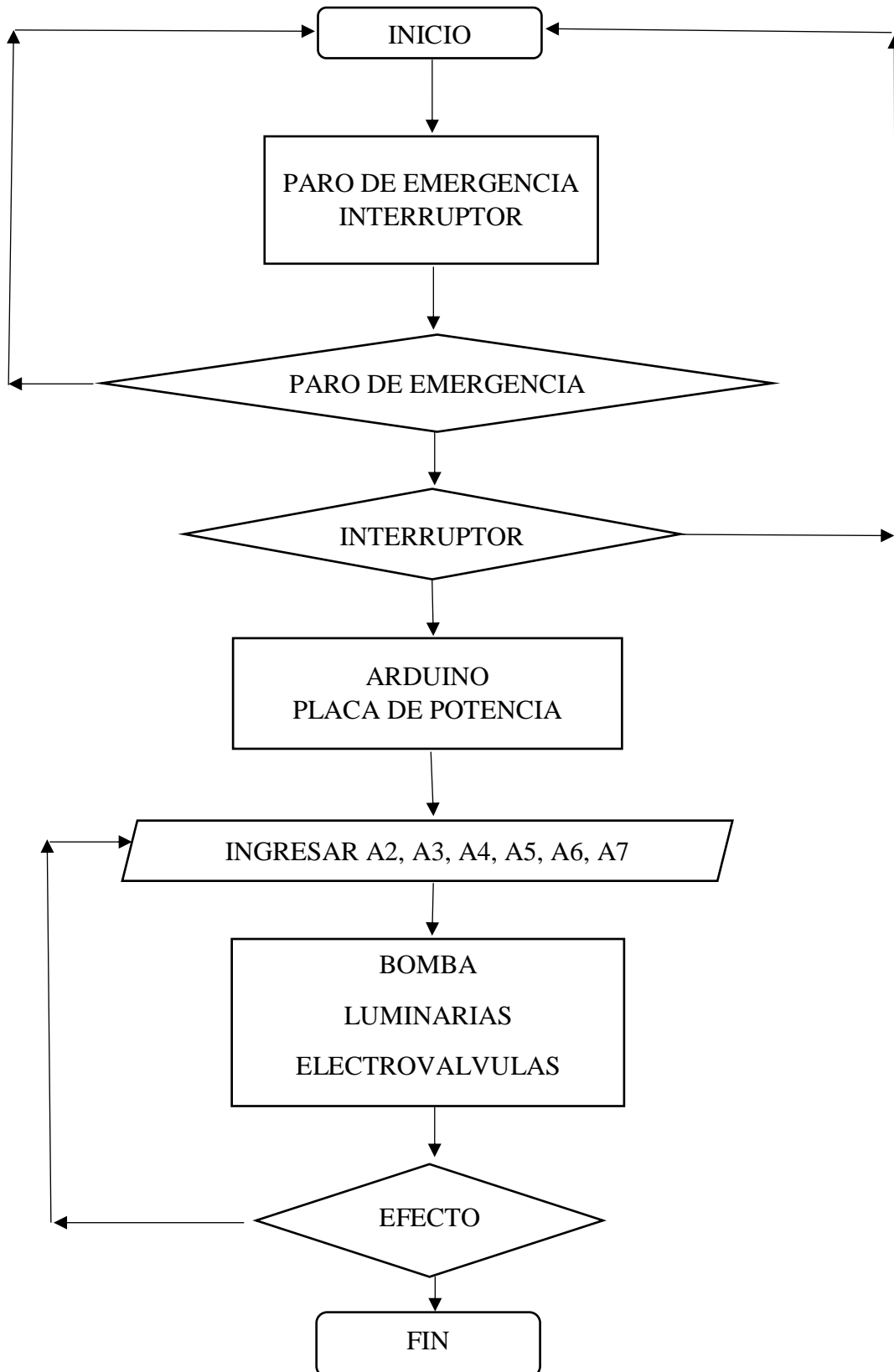
10.23. Unifilar del sistema

Figura 33 Diagrama de control



Elaborado por: Postulantes

Figura 34 Diagrama de bloques



Elaborado por: Postulantes

10.24. Boquillas

Para obtener los efectos deseados se requiere el uso de boquillas de bronce para tubería de media en este caso 12, pero por sus altos costos se procedió con la fabricación de las mismas en material 'Talón' mediante maquinado, las mismas presentan las siguientes características.

Una base roscable de media y un proyector de salida 5/16 con un Angulo regulable de 50°.

Figura 35 Boquillas



Elaborado por: Postulantes

10.25. Electroválvulas con solenoides.

La válvula de solenoide es un dispositivo eléctrico el cual es utilizado para controla el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada en donde la misma es accionada por un campo magnético que se produce al inducir corriente eléctrica.

Las normas de baja tensión para el trabajo adecuado y obligatorio de una electroválvula muestran un valor de 24 VCD, cuando se trabaja con electroválvulas sumergibles, que además deben estar construidas con protección IP68. Como se muestra en la figura 36.

Figura 36 Electroválvula



Elaborado por: Postulantes

Una de las exigencias de la electroválvula es el trabajo eficiente y rápido de la respuesta al momento de su energización, para provocar el cambio de altura del chorro buscado.

Es así que se opta por utilizar una electroválvula con solenoide de 24VCD la cual por su rapidez y eficiencia es recomendable utilizar este tipo considerado también por su bajo coste.

El número total de electroválvulas con las que se trabaja son 12, que están sumergidas en el pozo reservorio de agua ya que estas electroválvulas están diseñadas para ser utilizadas dentro del agua.

En la tabla 9 se indican las especificaciones de la electroválvula.

Tabla 9 Características Electroválvula

Modelo	24VCD-IP68
Fluido	Líquidos
Operación	Manejo Directo
Tamaño	1 1/2
Presión	0-0,8 Bares
Voltaje	24DC
Corriente	350 mA

Fuente: Hunter, 2017.

10.26. Dimensionamiento de los elementos del tablero de control (Hardware)

Teniendo en cuenta que los sistemas de control eléctrico y electrónico, resultan ser vitales para el funcionamiento y protección de la gran mayoría de equipos eléctricos existentes se ha diseñado y construido un tablero de control de dimensiones 40x40x20 cm, que contiene:

- 1 Placa Arduino mega.
- 2 Contactores Electromagnéticos.
- 2 Relés térmicos.
- 6 Interruptores.
- 1 Pulsador de emergencia.
- 1 Luz de sobrecarga en el tablero.
- 1 Luz de encendido del sistema.
- 1 Placa electrónica de potencia
- 1 Placa de control electrónico

El tablero está diseñado con 2 contactores los cuales funcionan a 220 voltios ya que por medio

de este se puede equilibrar la carga, además tener un mejor nivel de voltaje a la hora de encender el circuito de control y de potencia.

Se encuentra con su respectiva protección, como son los relés térmicos en donde se puede regular la corriente de (5 - 9 A) de apertura para dicha protección de los equipos.

Se tiene un pulsador de encendido del sistema en donde una lámpara nos indicara si el sistema se encuentra encendido o apagado, este a su vez acciona las placas de control y potencia en donde la placa de potencia controlará el segundo contactor que controlara la bomba de agua.

10.27. Dimensionamiento relé térmico de protección

La corriente nominal de la bomba es de 5 A. y su arranque es de 6.5 en donde se utiliza relés térmicos de 4 a 9 A regulables, el cual protege a la bomba y al contactor.

10.28. Interruptores

Este tipo de aparato de maniobra, permite desviar o interrumpir el paso de corriente eléctrica. Su construcción más sencilla consiste en dos contactos de metal inoxidable y el actuante (parte móvil que une los contactos).

Dentro del tablero de control se utilizan interruptores para; inicio del proceso, paro total, paro de emergencia, y para controles del software.

10.29. Interruptor Encendido Arduino

Un interruptor de mando manual normalmente abierto, que permitirá dar paso a la alimentación del Arduino colocado a continuación del disyuntor, para tener la posibilidad de encendido y apagado del Arduino por separado.

10.30. Interruptor On

Este será utilizado para dar paso al inicio del proceso, permitirá realimentar el proceso de secuencialidad de la apertura de chorros al mantenerlo encendido durante el proceso de apertura y cierre de válvulas.

Dentro del programa hará que enciendan las bobinas de los contactores, dando paso al encendido de la bomba, para no forzar a la línea a 2 arranques en un mismo instante, provocando picos de voltaje que alteren el funcionamiento normal de la línea de alimentación, y que llegue a cortar a la misma.

10.31. Interruptor Off Emergencia

Este interruptor de maniobra normalmente cerrado, permite un apagado total del proceso, ya sea por falla externa o cualquier tipo de anomalía presentada. Una vez activado este interruptor comenzará apagando directamente la bobina, la iluminación y detendrá la secuencia que se encuentre realizando el proceso.

10.31. Pulsadores

Estos elementos de maniobra, de accionamiento manual, normalmente abiertos, dan paso al inicio de las secuencias de apertura y cierre de las válvulas.

Se lo utiliza para dar el pulso de inicio al relé off - delay que determina el tiempo de la primera secuencia, la misma que origina el paso de las siguientes y el tiempo de las mismas.

10.32. Luces De Señalización

Se opta por tener 2 luces de señalización, una para indicar el encendido del sistema y otra para indicar sobrecarga del mismo. Las luces de señalización son de neón, vienen alimentadas de un contacto auxiliar de un contactor (de bomba o de iluminación).

10.33. Desarrollo del software de control

En el software de control se utilizó las FOR para el funcionamiento continuo del sistema en base a la elección de las secuencias elegidas por el usuario.

Además se vio la necesidad de colocar condiciones en donde utilizamos el comando IF – ELSE para esta forma el sistema sepa autoevaluarse y determine si se encuentra en modo automático o manual para que esta forma no haya averías en el sistema.

10.34. Pruebas de funcionamiento

Las pruebas en el proyecto se las realizó una vez terminado el mismo empezando por las secuencias pre-programadas en Arduino con 4 juegos de agua diferentes y un estado en el cual la que controla los pulsos eléctricos es la música suministrada por el usuario al sistema.

Todo esto también programado para funcionar de manera manual o automática en un horario preestablecido de 6 de la tarde a 9 de la noche.

Teniendo en cuenta que el sistema siempre permanecerá en modo automático ya que la bomba y luces se encenderán en modo manual así el usuario podrá accionar cualquiera de los cinco efectos ya programados.

Primordialmente el sistema se planteó que al encender un efecto o secuencia en ese instante se encendería o apagaría la bomba y luces pero el hecho de encender y apagar la bomba varias veces va a tener arranques muy rápidos los cuales podrían dañar el equipo y sobretodo tener un consumo excesivo de energía eléctrica es por esta razón que el sistema siempre tendrá que estar en modo automático.

10.34.1. Efecto 1

El efecto uno está determinado para que funcione en torno a la música ya descrita y está determinada para trabajar de forma manual.

Figura 37 Efecto 1



Elaborado por: Postulantes

10.34.2. Efecto 2

El efecto dos está programado para que se encienda una a una cada salida de agua de forma progresiva desde cerrado hasta abierto de forma gradual y luego se reinicia el efecto.

Figura 38 Efecto 2



Elaborado por: Postulantes

10.34.3. Efecto 3

Este efecto actúa de la siguiente manera se encienden de forma gradual pero se mantiene encendidas desde la primera hasta la última salida y luego se apaga y reinicia el efecto.

Figura 39 Efecto 3



Elaborado por: Postulantes

10.34.4. Efecto 4

Este determinado para que se enciendan de forma progresiva desde la primera hasta la última manteniéndose encendidos y luego regresa desde la última apagándose hasta la primera y reinicia el sistema.

Figura 40 Efecto 4



Elaborado por: Postulantes

10.34.5. Efecto 5

En este efecto está programado en un modo abanico el cual se encienden totalmente las 12 salidas y se apagan inmediatamente luego se encienden seis salidas de agua y luego las otras seis y se apagan totalmente reiniciando el sistema.

Figura 41 Efecto 5



Elaborado por: Postulantes

En la figura 42 se muestra la pila audio rítmica funcionando en la noche.

Figura 42 Fuente en funcionamiento en la noche



Elaborado por: Postulantes

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):

Los impactos del presente proyecto se verán reflejados de la siguiente manera:

11.1. Técnico

El alto consumo de energía eléctrica en sistemas tradicionales. En estos se utiliza bombas sumergibles de baja potencia para el control de cada uno de los chorros o en muchos casos se utiliza bombas centrifugas las cuales requieren de más espacio y por ende el consumo de energía se elevará además contará con un cuarto de máquinas adicional en donde la obra civil se elevará, en donde se busca reducir estos costes buscando métodos más eficientes que reduzcan estos altos consumos, uno de ellos es la implementación de la electrónica de potencia con la eléctrica ya que estos sistemas electrónicos por su bajo nivel de voltaje y corriente directa, estas pueden ser sumergidas fácilmente sin ningún tipo de peligro para el usuario o para el equipo electrónico como son las electroválvulas en donde se tendrá el mismo resultado pero a un mejor costo y menor consumo de energía eléctrica.

11.2. Social

En cuanto a los aspectos sociales los sistemas electrónicos son apoyados a nivel mundial y nacional ya que la tecnología avanza a un paso acelerado y es aceptada en la sociedad por su bajo costo y fácil utilización de los mismos. Al promover dichos sistemas electrónicos cada vez serán más baratos y rentables, el proyecto que se implemento es un claro ejemplo que beneficia a la sociedad.

11.3. Ambiental

Dentro de los aspectos ambientales se destaca que nuestro proyecto no necesita de un gran espacio verde ya que el mismo puede ir debajo del sistema ya que se utiliza bombas sumergibles en cuanto al sistema tradicional utilizan un gran espacio verde ya que necesitan un cuarto de máquinas e implementación del mismo.

11.4. Económico

Una fuente tradicional está compuesta por un cuarto de máquinas en donde para el control de cada una de los chorros tiene una bomba de $\frac{1}{4}$ HP independientemente e iluminación incandescente de 100 W. es decir que sumado todas las bombas, iluminación y control de la fuente esta tiene una potencia de 3538 W pico. En cuanto a nuestro sistema se utiliza una sola bomba, donde el control de cada uno de los chorros es con electroválvulas e iluminación led lo

que nos permite tener un sistema eficiente en consumo de energía eléctrica. Donde sumado todas las cargas da una potencia de 1220 W pico en donde la energía consumida al mes es de 742.98 KWh/mes y 256.2 KWh/mes respectivamente.

El proyecto de implementación de la fuente audio rítmica en la Hacienda Nagsiche 2 mediante cálculos realizados en una hoja de Excel siguiendo la regulación del ARCONEL 004/01 y pliegos tarifarios del mismo el consumo de energía presenta un ahorro energético del treinta por ciento lo que conlleva a un ahorro económico que va de 5.378 \$ a 8.134 \$ por mes beneficiando al dueño del complejo turístico.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 10 Presupuesto

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN		
	Cantidad	V. Unitario	Valor Total
		\$	\$
Materiales (detallar)			
Bomba 900 W 110v	1	114	114
Electroválvulas 1”in 12v	12	20	240
Tubería PVC 1-1/2”in x 6 mt 181 psi	0,5	25	12,5
Uniones PVC L 1-1/2”in	4	1,5	6
Uniones PVC T 1-1/2”in	9	3	27
Sensor de flujo yf-s201	2	15	30
toberas 1/2 in a 5/16 “in	12	6	72
Placas Arduino Mega y relés	1	70	70
Circuitería y cableado	1	50	50
Proyectores RGB	12	30	360
Válvula de alivio	2	25	50
Caja térmica y protecciones	1	100	100
Transformadores 110/220 a 24v	3	10	30
Ventiladores 110v -10cm	1	10	10
Amplificador 20w	1	40	40
Manómetro	1	16	16
Transporte y salida de campo	1	50	50
Computadora	1	1	1
Multímetros	1	1	1
Herramientas	1	30	30
Gastos Varios	1	50	50
		Sub Total	1359,5
		10%	135,95
		TOTAL	1495,45

Elaborado por: Postulantes

13. CONCLUSIONES

- La exploración e implementación del sistema de control de la fuente de agua secuencial, fue cumplido de manera total, el mismo que tuvo una serie de variantes mientras avanzaba su construcción, por lo cual se evaluaron las mejores opciones, requerimientos y exigencias de mermar recursos, por lo que adicionalmente se hizo arreglos y ajustes para cumplir todas las características propias de una fuente de agua secuencial, con el juego de control de las electroválvulas.
- El diseño de la parte de control y programación tanto para la etapa de adquisición de pulsos musicales, y de potencia tubo algunos modelos previos hasta llegar al que realmente se implementó ya que en un principio se evaluó la posibilidad del uso de dos módulos Arduino por el motivo del enlace de programación en estado manual y automático que fue corregido al hacerlo de manera en que el usuario sea quien tenga potestad sobre ello desde el panel de control, logrando el objetivo deseado de control desde una sola placa Arduino.
- El modelo de tuberías y distribuidores se vio en un contratiempo desde el inicio ya que al momento de la construcción de la tubería interna en el fuente a de agua se solicitó el uso de tubería de 1 ½ in, pero los maestros civiles decidieron usar tubería de ½ in lo que nos obligó a modificar el modelo que en un principio era de un solo distribuidor sin muchas pérdidas, pero debido a este caso se debió usar dos distribuidores con reducciones drásticas desde el punto de suministro a ½ in.
- La dimensión de bombas de agua se las realizo en base a la altura deseada y el caudal base de una bomba ya usada en la hacienda que nos sirvo de referencia para hacer los cálculos para el dimensionamiento de la misma adecuándonos a los anteriormente descrito de las tuberías de agua con lo cual se eligió una bomba de 1 ½ hp de 14000 litros hora que cumple nuestros requerimientos.
- Un proyecto de éstos fija tres pautas importantes para su implementación, la parte artística, el diseño hidráulico, y el control eléctrico-electrónico, el conjunto sistémico de las tres permite esclarecer la capacidad de atracción de la fuente, aportando no sólo una simple vista de una serie de chorros de agua e iluminación estética, sino también encontrar aquella visualización de una forma domótica, llenando de vida y prosperidad el entorno que se incumben con ella.
- Como implementación se tuvo un largo camino de ensayo error al toparnos con varios inconvenientes de puesta en marcha del sistema final, pero se logró concluir con el

mismo con los puntos proyectados al inicio del proyecto obteniendo la aprobación del dueño de la hacienda así como de los moradores del sector que toman el mismo como una obra novedosa en especial en la noche y o más importante es que todo esto se lo realizo teniendo en cuenta el uso racional de recursos tanto hídricos así como de recursos energéticos.

14. RECOMENDACIONES

- Se tiene un claro reconocimiento de que para conseguir una salida adecuada del agua de una boquilla de cualquier fuente, es necesario disponer de una tubería previa de longitud recta, que reduzca los movimientos secundarios transversales de flujo que llega a la tobera, y hoy en día se utilizan los conocidos tranquilizadores de flujo, las cuales consiguen que el agua llegue a la tobera en régimen más laminar, logrando con esto un chorro con las características propias deseadas del mismo.
- Para el buen desarrollo del proceso a cumplir, por el tablero de control que fija estados de encendido y tiempos de trabajo de los instrumentos, es recomendable seguir los pasos de inicio del proceso, y no alterar los tiempos regulados en cada una de las secuencias, ya que éstos están delimitados según pruebas de un correcto funcionamiento y para protección de los elementos eléctricos.
- Es necesario conocer las diferentes características de operación y arrastres de agua que cumplen cada una de las toberas, y el efecto que sufren al estar chocando con láminas de agua si se encuentran sumergidas, y del mismo efecto dependiendo del grosor de esta lámina, ya que en momentos de operación el nivel de agua de la pileta pudiera formar diferentes formas de chorro y creación de masas de agua de forma cónica o laminar, y eso debilitaría no sólo la fuerza de impulsión de la bomba y sus equipos, sino también el funcionamiento correcto de ellos.
- Cabe mencionar que se necesita un correcto análisis y desarrollo de dimensionamiento de los equipos, en relación con el caudal y el volumen de flujo con el que se trabaja para impulsar a través de las salidas de chorro de agua, ya que de esto depende alcanzar las alturas y formas establecidas que permitan cumplir con cada uno de los estereotipos de una fuente de agua secuencial con iluminación.
- Un punto recomendable es tener un diseño previo de arquitectura, para tener idea de cómo se realizará la repartición de canalización para cada una de las estructuras y formas que se vayan a crear en cualquier tipo de fuente a implementar.

15. BIBLIOGRAFÍA

- AERRE. "2010". Válvulas de alivio de carga. Publicado en Provindius recuperado de http://www.provindus.com.py/Contenidos/Productos/Aerre/Catalogos/Aerre_Catalogo.pdf
- GAGO, Alfonso, "2013". Iluminación con tecnología LED - Alfonso Gago, Alfonso Gago Calderón, Jorge Fraile –Publicado en Google Libros. "Paraninfo, Ed." "13th–27th ed.". https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8FN1mCQVzrIC&oi=fnd&pg=PR11&dq=iluminacion+led&ots=F6LoD3NiWn&sig=4FUVB78l_5Ho6YWQb0s8cq_X2no#v=onepage&q&f=false
- GOODLEDS. "2012". Alumbrado público led, 2. Recuperado de http://goodleds.co/desc/tecnicos/ALUMBRADO_PUBLICO_LED_Vs_VAPOR_DE_SODIO.pdf
- INER. "2017". Alumbrado Público Publicado en| Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. Recuperado de <http://www.iner.gob.ec/alumbrado-publico/>
- MORENO Josefa "2014". Musicoterapia en educación especial - Josefa Lacárcel Moreno Publicado en- Google Libros. 1995 "1st ed.". Murcia: F.F.A Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=JRso_pdK0U0C&oi=fnd&pg=PA9&dq=musico+terapia&ots=1pblIjeKXY&sig=pIpuOvEMmCc2XGa0vEaXuz_hMqQ#v=onepage&q=musico+terapia&f=false
- ALTEC. "2013". Electroválvulas. Publicado en Altecdust Recuperado January 16, 2017, de <http://www.altecdust.com/soporte-tecnico/que-son-las-electrovalvulas>
- AREA TECHNOLOGICAL. "2014". Optoacoplador.Publicado en Area tecnologica Recuperado January 16, 2017, de <http://www.areatecnologia.com/electronica/optoacoplador.html>
- TIFATINO Enrica "2013". Definición de Musicoterapia. Publicado en Salud terapia Recuperado January 16, 2017, de <http://www.saludterapia.com/glosario/d/71-musicoterapia.html>
- EUMUS. "2014". Física del sonido. Publicado en Eumus.com Recuperado January 16, 2017,

- de http://www.eumus.edu.uy/eme/ensenanza/acustica/apuntes/material-viejo/fisica_r/
- HIDROMAINAKE. "2013". Fuentes ornamentales Publicado en Tratamiento del agua en fuentes ornamentales. Recuperado January 16, 2017, de <http://www.hidromainake.com/mantenimiento-del-agua-en-fuentes-ornamentales/>
- INTERIORISTA, A. "2012". Decoración de exteriores Publicado en abitaredecoracionblog.com Recuperado de <http://abitaredecoracionblog.com/exteriores-fuentes-terrazas-patios/>
- JALEJOS Jesubrink. "2013". Propiedades del sonido. Publicado en Eresmas.com Recuperado January 16, 2017, de <http://jesubrik.eresmas.com/Propiedades del sonido.htm>
- DUQUE Juliana "2012". SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS. Publicado en [Fluidos.eia.edu.co](http://fluidos.eia.edu.co) Recuperado January 16, 2017, de <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/hidroneumaticos/paginas/hidroneumaticos.htm>
- OLMO, A. "2015". Las fuentes de agua a través de la historia. Publicado en aguafria.es Recuperado January 16, 2017, de <https://www.aguafria.es/blog/fuentes-de-agua-en-la-historia/>
- RAIN, S. "2011". Coronas e iluminacion led. Publicado en Saferain Recuperado de <http://www.saferain.com/es/fuentes-ornamentales/iluminacion-de-fuentes/focos-led-sumergibles/corona-de-led.html>
- ROMA TURISTICO. "2016". Un paseo por las fuentes de roma. Publicado en Turismo Roma Recuperado de <http://www.turismoroma.it/itinerari-a-tema/passeggiate-tra-le-fontane?lang=es>
- SAFE Rain. "2017". Safe rain Chorro Espumoso. Publicado en Saferain Recuperado January 16, 2017, de <http://www.saferain.com/es/fuentes-ornamentales/boquillas-para-fuentes/chorros-de-agua-espumosos.html>
- SAFE Rain. "2012". Safe Rain Boquillas clital. Publicado en Saferain Recuperado de <http://www.saferain.com/es/fuentes-ornamentales/boquillas-para-fuentes/chorros-de-agua-cristalinos.html>
- SÁNCHEZ, J. "2015". Fuentes ornamentales. Safe-Rain, 1–3. Publicado en Escuela politécnica

nacional Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6668/1/CD-5047.pdf>

GOODLEDS. "2012". alumbrado público led, 2. publicado en goodleds.co

recuperado de http://goodleds.co/desc/tecnicos/alumbrado_publico_led_vs_vapor_de_sodio.pdf

INER. "2017". Alumbrado Público Publicado en Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. Recuperado February 13, 2017, de <http://www.iner.gob.ec/alumbrado-publico/>

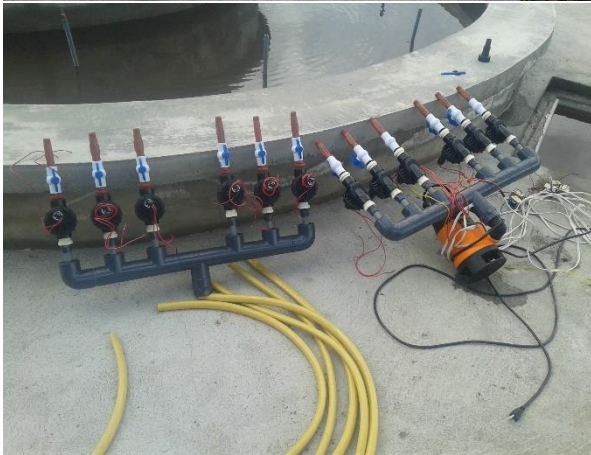
ULLOA Néstor, "2015" Diseño de un sistema de generación de chorro de agua de flujo laminar Iluminado Publicado en Scielo recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442015000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

UNICROM. "2015". Triac, SCR - Control de potencia en AC. "Dimmer" Publicado en Electrónica Unicrom. Recuperado January 16, 2017, de <http://unicrom.com/triac-scr-control-de-potencia-en-ac/>

ZALAM Antonio, "2013". Sección 1: clasificación y tipos de bombas. Publicado en Universidad de Zalamanca, <http://cidta.usal.es/Cursos/redes/Módulos/Libros/unidad9/clasificacion.PDF>,

16. ANEXOS**ANEXOS**

ANEXO 1	Construcción de Distribuidores de 12 salidas en PVC	HOJA: 1 DE:1



Elaborado por: Postulantes

ANEXO 2	Cableado para bombas de agua control e iluminación	HOJA: 1 DE:1



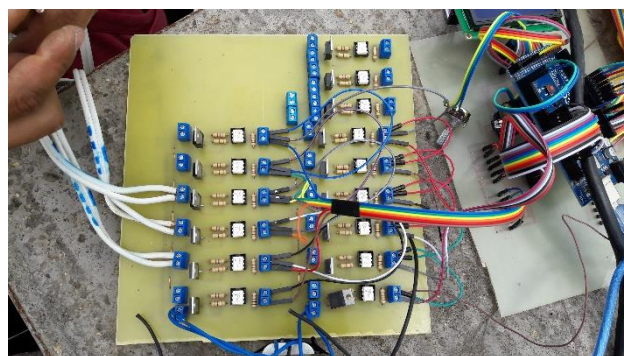
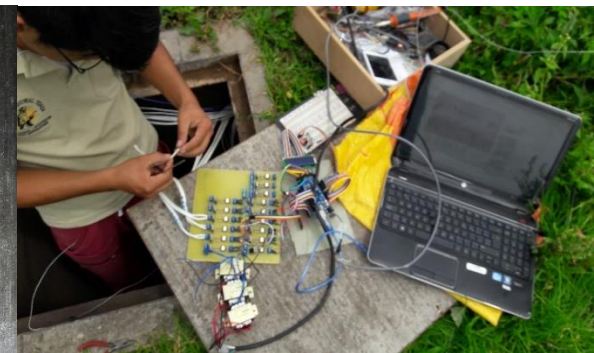
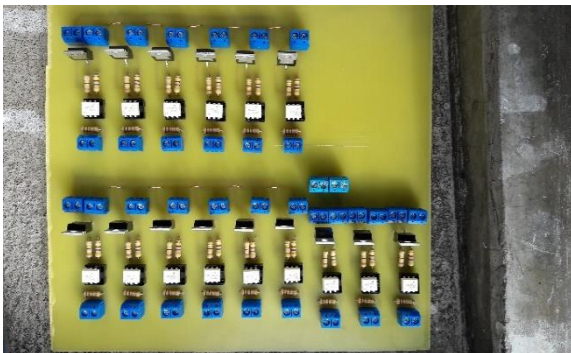
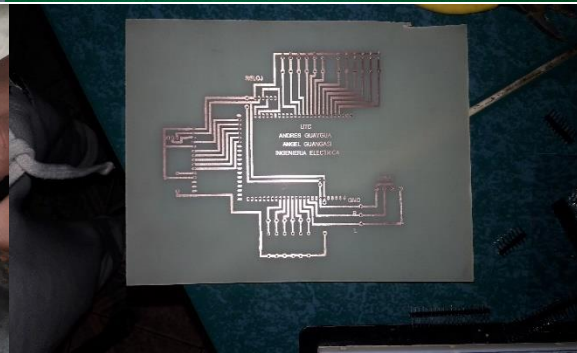
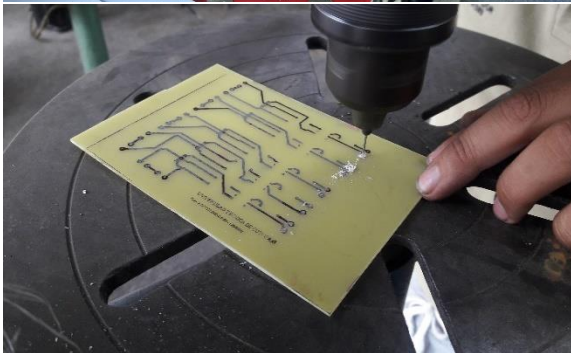
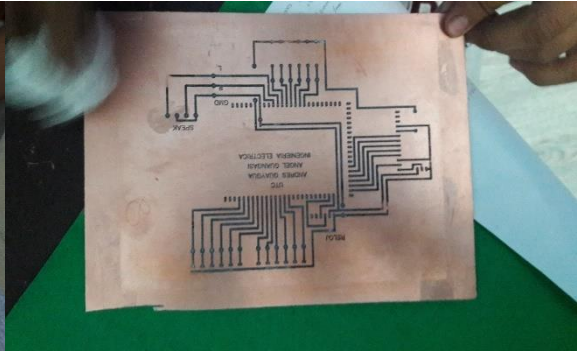
Elaborado por: Postulantes

ANEXO 3	Instalación de toberas, bombas y distribuidores de agua.	
		HOJA: 1 DE:1

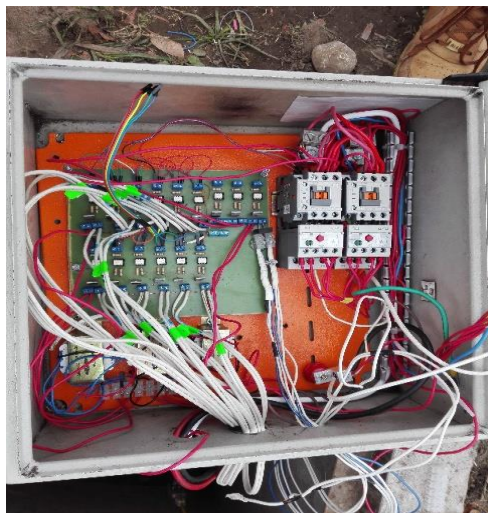
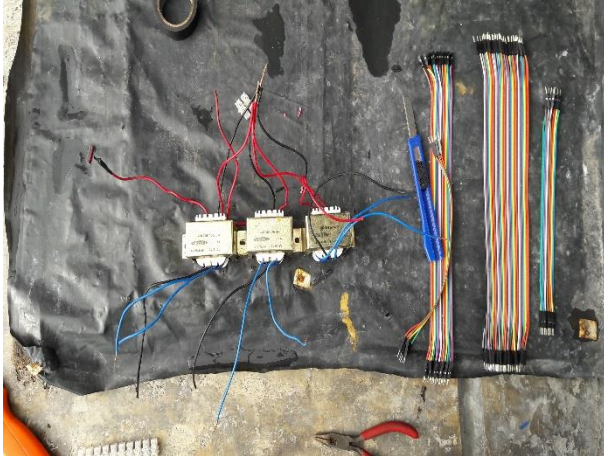
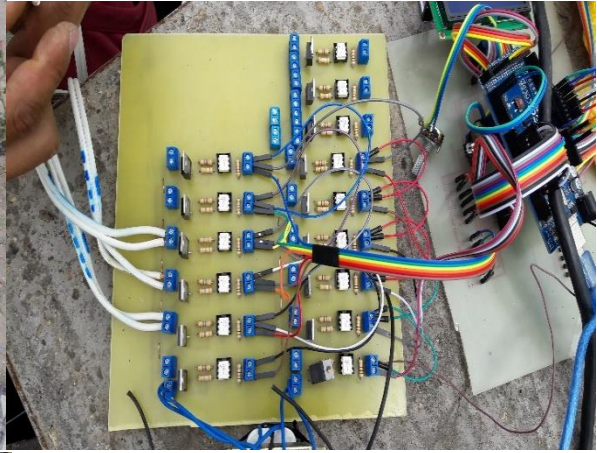


Elaborado por: Postulantes

ANEXO 4	Fabricación de placas de control y de potencia	HOJA: 1 DE:1



ANEXO 5	Instalación de caja de control y placas electrónicas	HOJA: 1 DE:1



Elaborado por: Postulantes

ANEXO 6	Código fuente	
		HOJA: 1 DE: 7

```

#include <RTClib.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>
RTC_DS1307 RTC;
LiquidCrystal lcd(22, 24, 26, 28, 30 , 32);
#define UMBRAL1 10
#define UMBRAL2 20
#define UMBRAL3 25
#define UMBRAL4 30
#define UMBRAL5 40
#define UMBRAL6 50
int r;
int l;
int valor=0;
int estado=0;
int contador=0;
int val=0;
int valo=0;

int saltar=0;
int saltar1=0;
int saltar2=0;
int saltar3=0;
int saltar4=0;
int saltar5=0;

int hora=0;
int minutos=0;
int segundos=0;
int salida=3;

int manual=0;
int automatico=0;

int bomba=A8;
int luces=A9;
int cambio=0;

void setup() {
pinMode(ledBlanco,OUTPUT);
pinMode(estadoBoton,INPUT);

for (int i = 2; i < 14; i++)
pinMode(i, OUTPUT);

```

```

pinMode(valor,INPUT_PULLUP);
Serial.begin(9600);
pinMode(A2, INPUT);
pinMode(A3, INPUT);
pinMode(A4, INPUT);
pinMode(A5, INPUT);
pinMode(A6, INPUT);
pinMode(A7, INPUT);
  Serial.begin(900000);
  Wire.begin();
  RTC.begin();
  RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));

lcd.begin(16, 2);
lcd.setCursor(5,0);
lcd.print("U.T.C");
lcd.setCursor(1,1);
lcd.print("Andres Guaygua");
delay(600);
lcd.clear();
pinMode(salida,OUTPUT);

}

void loop() {
manual=digitalRead(A7);
DateTime now = RTC.now();
hora=(now.hour(),DEC);
minutos=(now.minute(),DEC);
pinMode (bomba, OUTPUT);
digitalWrite(bomba, HIGH);
pinMode (luces, OUTPUT);
digitalWrite(luces, HIGH);
}
else
if (manual==LOW){
digitalWrite(bomba, LOW);
digitalWrite(luces, LOW);}
if (digitalRead(A2)==HIGH && digitalRead(A3)==LOW && digitalRead(A4)==LOW &&
digitalRead(A5)==LOW && digitalRead(A6)==LOW && manual==HIGH){
secuencia1();
}else
if (digitalRead(A3)==HIGH && digitalRead(A2)==LOW && digitalRead(A4)==LOW
&& digitalRead(A5)==LOW && digitalRead(A6)==LOW && manual==HIGH){
secuencia2();
}else
if (digitalRead(A4)==HIGH && digitalRead(A3)==LOW && digitalRead(A2)==LOW &&
digitalRead(A5)==LOW && digitalRead(A6)==LOW && manual==HIGH){
secuencia3();
}else

```

```

    if (digitalRead(A5)==HIGH && digitalRead(A3)==LOW && digitalRead(A4)==LOW &&
digitalRead(A2)==LOW && digitalRead(A6)==LOW && manual==HIGH){
        secuencia4();
    }else
    if (digitalRead(A6)==HIGH && digitalRead(A3)==LOW && digitalRead(A4)==LOW &&
digitalRead(A5)==LOW && digitalRead(A2)==LOW && manual==HIGH){
        secuencia5();
    }
if (digitalRead(A3)==LOW && digitalRead(A2)==LOW && digitalRead(A4)==LOW &&
digitalRead(A5)==LOW && digitalRead(A6)==LOW && manual==LOW &&
now.hour()==11 && now.minute()==10 ){//automatico
    pinMode (bomba, OUTPUT);
    digitalWrite(bomba, HIGH);
    pinMode (luces, OUTPUT);
    digitalWrite(luces, HIGH);
    secuencia2();
    secuencia3();
    secuencia4();
    secuencia5();
}else
    if(digitalRead(A3)==LOW && digitalRead(A2)==LOW && digitalRead(A4)==LOW &&
digitalRead(A5)==LOW && digitalRead(A6)==LOW && manual==LOW &&
now.hour()==11 && now.minute()==11){
        digitalWrite(bomba, LOW);
    digitalWrite(luces, LOW);
        digitalWrite(2,LOW);
        digitalWrite(3,LOW);
        digitalWrite(4,LOW);
        digitalWrite(5,LOW);
        digitalWrite(6,LOW);
        digitalWrite(7,LOW);
        digitalWrite(8,LOW);
        digitalWrite(9,LOW);
        digitalWrite(10,LOW);
        digitalWrite(11,LOW);
        digitalWrite(12,LOW);
        digitalWrite(13,LOW);
    }
    reloj();
}
void secuencia1(){
    r = analogRead(R);
    l = analogRead(L);
    if (r > UMBRAL1)
        digitalWrite(R1, HIGH);
    else
        digitalWrite(R1, LOW);
    if (r > UMBRAL2)
        digitalWrite(R2, HIGH);
    else
        digitalWrite(R2, LOW);
}

```

```

if (r > UMBRAL3)
    digitalWrite(R3, HIGH);
else
    digitalWrite(R3, LOW);
if (r > UMBRAL4)
    digitalWrite(R4, HIGH);
else
    digitalWrite(R4, LOW);
else
    digitalWrite(R5, LOW);
if (r > UMBRAL6)
    digitalWrite(R6, HIGH);
else
    digitalWrite(R6, LOW);
if (l > UMBRAL1)
    digitalWrite(L1, HIGH);
else
    digitalWrite(L1, LOW);
if (l > UMBRAL2)
    digitalWrite(L2, HIGH);
else
    digitalWrite(L2, LOW);
if (l > UMBRAL3)
    digitalWrite(L3, HIGH);
else
    digitalWrite(L3, LOW);
if (l > UMBRAL4)
    digitalWrite(L4, HIGH);
else
    digitalWrite(L4, LOW);
if (l > UMBRAL5)
    digitalWrite(L5, HIGH);
else
    digitalWrite(L5, LOW);
if (l > UMBRAL6)
    digitalWrite(L6, HIGH);
else
    digitalWrite(L6, LOW);
}
void secuencia2(){
for (int i=2; i<=13; i++){
digitalWrite(i, HIGH);
digitalWrite(i-1,LOW);
delay(150)}
for (int i=13; i>=2; i--){
digitalWrite(i, LOW);
digitalWrite(i-1,HIGH);
delay(150);
}
}

```

```

void secuencia3(){
int k=15; // inicializo una variable auxiliar K
for(int i=8; i<=14;i++){ //leo de 8 a 14
digitalWrite(i, HIGH); // prendo pin actual
digitalWrite(k-i, HIGH); // prendo pin de la diferencia 11-6 = 5
delay(150); //retardo}
for(int i=13; i>=2;i--){ // Al contrario de lo anterior
digitalWrite(i, LOW);
digitalWrite(k-i, LOW);
delay(150);} }
void secuencia4(){
for(int i=2;i<14;i++){
digitalWrite(i,HIGH);
delay(200); }
for(int i=13;i>1;i--){
digitalWrite(i,LOW);
delay(200); }}
void secuencia5(){
digitalWrite(2,HIGH);
digitalWrite(3,HIGH);
digitalWrite(4,HIGH);
digitalWrite(5,HIGH);
digitalWrite(6,HIGH);
digitalWrite(7,HIGH);
digitalWrite(8,HIGH);
digitalWrite(9,HIGH);
digitalWrite(10,HIGH);
digitalWrite(11,HIGH);
digitalWrite(12,HIGH);
digitalWrite(13,HIGH);
delay(1200);
digitalWrite(2,LOW);
digitalWrite(3,LOW);
digitalWrite(4,LOW);
digitalWrite(5,LOW);
digitalWrite(6,LOW);
digitalWrite(7,LOW);
digitalWrite(8,LOW);
digitalWrite(9,LOW);
digitalWrite(10,LOW);
digitalWrite(11,LOW);
digitalWrite(12,LOW);
digitalWrite(13,LOW);
delay(1200);
digitalWrite(2,HIGH);
digitalWrite(7,HIGH);
digitalWrite(8,HIGH);
digitalWrite(9,HIGH);
digitalWrite(13,HIGH);
digitalWrite(3,HIGH);

```

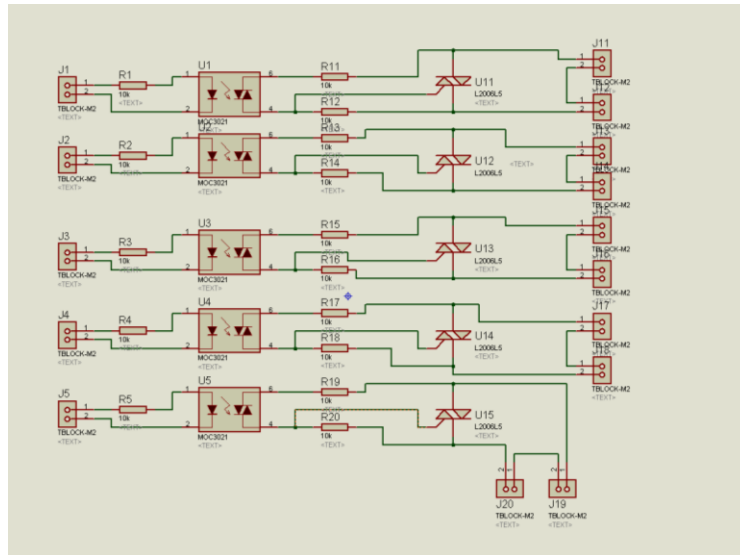
```

delay(1200);
digitalWrite(2,LOW);
digitalWrite(3,LOW);
digitalWrite(7,LOW);
digitalWrite(8,LOW);
digitalWrite(9,LOW);
digitalWrite(13,LOW);
delay(200);
digitalWrite(4,HIGH);
digitalWrite(5,HIGH);
digitalWrite(6,HIGH);
digitalWrite(10,HIGH);
digitalWrite(11,HIGH);
digitalWrite(12,HIGH);
delay(1200);
digitalWrite(4,LOW);
digitalWrite(5,LOW);
digitalWrite(6,LOW);
digitalWrite(10,LOW);
digitalWrite(11,LOW);
digitalWrite(12,LOW);
delay(1200);
void reloj(){
    DateTime now = RTC.now();
    hora=(now.hour(),DEC);
    minutos=(now.minute(),DEC);
    segundos=(now.second(),DEC);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print(now.hour(), DEC);
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print(":");
    lcd.setCursor(8,1);
    lcd.print(now.minute(), DEC);
    lcd.setCursor(10,1);
    lcd.setCursor(10,1);
    lcd.setCursor(3,0);
    lcd.print(now.day(), DEC);
    lcd.setCursor(5,0);
    lcd.print("/");
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print(now.month(), DEC);
    lcd.setCursor(8,0);
    lcd.print("/");
    lcd.setCursor(9,0);
    lcd.print(now.year(), DEC);
    if (now.hour() == 23 && now.minute() == 10) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print("Encendido");

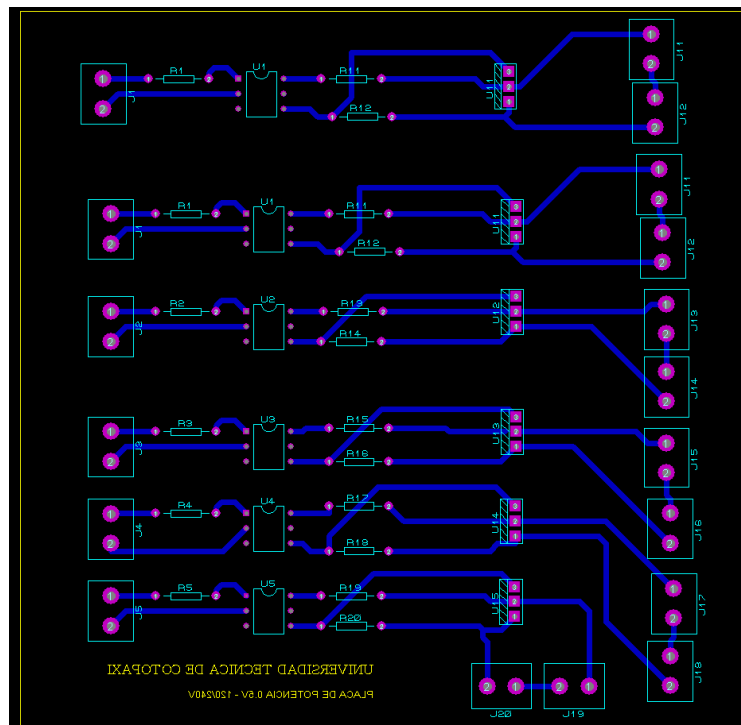
```

```
digitalWrite(salida,HIGH); }  
if (now.hour()== 23 && now.minute() ==12) {  
lcd.clear();  
lcd.setCursor(2,0);  
lcd.print("Apagado");  
digitalWrite(salida,LOW); }  
delay(10);}  
void bomba1(){  
}
```

Elaborado por: Postulantes

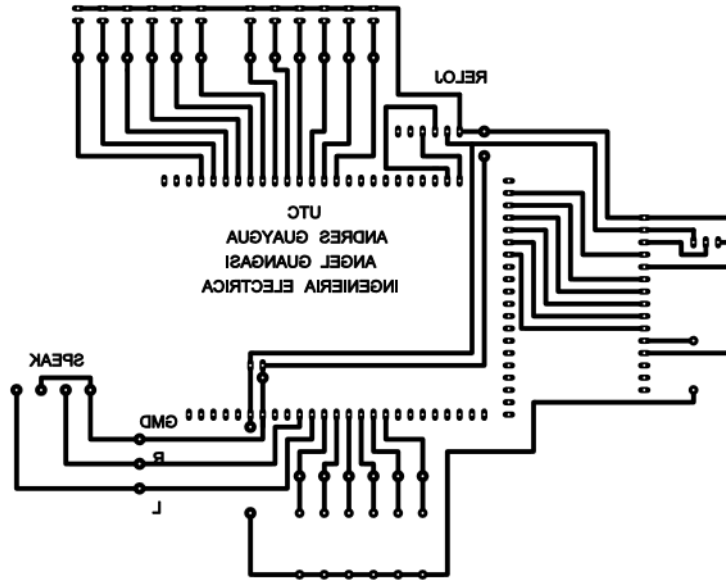


Elaborado por: Postulantes



Elaborado por: Postulantes

ANEXO 8	Placa en PCBwizar	
		HOJA: 1 DE:1



Elaborado por: Postulantes