



“Implementación de un sistema de generación eólica autosustentable para el control de bombeo de agua para riego, en zonas agrícolas rurales”.

Camino Calvopiña, Jéssica Estefanía y Lalaleo Moposita, Carmen del Rocio

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Automatización e Instrumentación

Ing. Sandoval Vizuete, Paola Nataly Mg.

25 de enero 2022

Latacunga



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E

INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Implementación de un sistema de generación eólica autosustentable para el control de bombeo de agua para regadío, en zonas agrícolas rurales”** fue realizado por la señorita **Camino Calvopiña, Jéssica Estefanía** y por la señorita **Lalaleo Moposita, Carmen del Rocio** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 25 de enero 2022



Firmado electrónicamente por:
**PAOLA NATALY
SANDOVAL
VIZUETE**

Ing. Sandoval Vizujete, Paola Nataly Mg.
C.C.: 0503254005

CARMEN LALALEO - JÉSSICA CAMINO.docx

Scanned on: 19:20 January 26, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	84
Words with Minor Changes	24
Paraphrased Words	147
Ommited Words	0



Firmado electrónicamente por:

**PAOLA NATALY
SANDOVAL
VIZUETE**



Website | Education | Businesses



Firmado electrónicamente por:

**PAOLA NATALY
SANDOVAL
VIZUETE**

Ing. Sandoval Vizujete, Paola Nataly Mg.
C.C.: 0503254005



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotras, **Camino Calvopiña, Jéssica Estefanía y Lalaleo Moposita, Carmen del Rocio**, con los números cédulas de ciudadanía N° 0504603598 y N° 1805331905, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Implementación de un sistema de generación eólica autosustentable para el control de bombeo de agua para regadío, en zonas agrícolas rurales”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 25 de enero 2022

Camino Calvopiña, Jéssica Estefanía

C.C.: 0504603598

Lalaleo Moposita, Carmen del Rocio

C.C.: 1805331905



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotras, **Camino Calvopiña, Jéssica Estefanía y Lalaleo Moposita, Carmen del Rocio**, con los números cédulas de ciudadanía N° 0504603598 y N° 1805331905, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Implementación de un sistema de generación eólica autosustentable para el control de bombeo de agua para regadío, en zonas agrícolas rurales”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 25 de enero 2022

Camino Calvopiña, Jéssica Estefanía

C.C.: 0504603598

Lalaleo Moposita, Carmen del Rocio

C.C.: 1805331905

Dedicatoria

Esta tesis es dedicada a nuestros padres, ya que con su gran apoyo hemos podido llegar a esta instancia de nuestros estudios, gracias a la motivación que nos han brindado desde un principio, este trabajo tómenlo como ofrenda por el amor y la paciencia que nos han tenido, de igual manera a los ingenieros que con sus enseñanzas de cada día hemos ido avanzando poco a poco hasta sobresalir con el proyecto de tesis.

Agradecimiento

Nuestro agradecimiento especial a nuestros padres por la fuerza que brindan cada día en su trabajo para brindarnos un mejor futuro y sobre todo la confianza que pusieron en nuestras manos durante todo el periodo educativo. A los ingenieros que gracias a los conocimientos que brindaron nos ayudaron a llegar a completar este proyecto. Y en especial a la universidad por abrirnos las puertas para alcanzar un nivel de conocimiento alto

Gracias.

Tabla de Contenido

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación de contenido	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Tabla de Contenido	8
Índice de figuras.....	11
Índice de tabla	13
Resumen	14
Abstract.....	15
Introducción.....	16
Tema.....	16
Antecedentes.....	16
Justificación	17
<i>Objetivo general.....</i>	18
<i>Objetivos específicos.....</i>	18
Alcance	19
Fundamentos teóricos	20
Sistema Eólico.....	20
Elementos eléctricos y electrónicos.....	24

<i>Arduino UNO</i>	25
<i>Capacitor de arranque 189-227uf, 110/125VAC</i>	27
<i>Motor monofásico</i>	28
<i>Motobomba monofásica</i>	28
<i>LCD 16x2</i>	30
<i>Módulo HD44780 de 5V</i>	31
<i>Módulo relé 1 canal</i>	32
<i>Sensor de humedad del suelo YL-69</i>	32
Desarrollo del tema propuesto	34
Preliminares	34
<i>Sistema automático</i>	35
<i>Aerogenerador</i>	35
<i>Capacitor de arranque 189-227uf, 110/123VAC</i>	36
<i>Ubicación del tablero de control con sus componentes.</i>	37
<i>Control ON/OFF</i>	38
<i>LDC 16X</i>	40
<i>Motobomba marca (SAER)</i>	41
<i>Módulo relé 5V 10A</i>	42
<i>Sensor de humedad del suelo YL-69</i>	42
<i>Conexión de tablero eléctrico</i>	43
<i>Conexión general de elementos eléctricos en el tablero</i>	44
<i>Estado de humedad del suelo demostrado en LCD.</i>	46
<i>Diseño de circuito de potencia y control para el sistema</i>	47

Conclusiones y recomendaciones	49
Conclusiones	49
Recomendaciones	50
Glosario	51
Bibliografía	52
Anexos	52

Índice de figuras

Figura 1 <i>Aplicaciones centralizadas de la energía eólica</i>	21
Figura 2 <i>Aplicaciones autónomas de la energía eólica.</i>	21
Figura 4 <i>Tipos de sistema de bombeo de agua</i>	24
Figura 5 <i>Ilustración física de una placa arduino</i>	25
Figura 6 <i>Capacitor de arranque 189-227uf, 110/125VAC</i>	26
Figura 7 <i>Características técnicas del capacitor de arranque 189-227uf</i>	26
Figura 9 <i>Aplicaciones de la motobomba monofásica</i>	28
Figura 10 <i>Motobomba monofásica</i>	28
Figura 11 <i>Diagrama esquemático de la pantalla 16x2 LCD</i>	29
Figura 12 <i>Módulo relé de 1 canal de 5V</i>	31
Figura 13 <i>Sensor de humedad YL-69</i>	32
Figura 14 <i>Armado del aerogenerador</i>	34
Figura 15 <i>Aerogenerador</i>	35
Figura 16 <i>Capacitor de arranque</i>	36
Figura 17 <i>Tablero de control con sus componentes</i>	37
Figura 18 <i>Pantalla LCD</i>	40
Figura 19 <i>Motobomba</i>	40
Figura 20 <i>Modulo relé de 5V 10 A</i>	41
Figura 21 <i>Sensor de humedad YL-69</i>	42

Figura 24 <i>Conexión de relé a bomba de agua</i>	44
Figura 25 <i>Conexión de contactor</i>	45
Figura 26 <i>Conexión general de tablero eléctrico</i>	45
Figura 27 <i>Encendido de bomba en estado del suelo seco</i>	46
Figura 28 <i>Encendido de bomba en estado del suelo seco</i>	46
Figura 29 <i>Sistema eléctrico</i>	48
Figura 30 <i>Diagrama de tablero eléctrico</i>	49

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Características de la placa arduino</i>	26
Tabla 2 <i>Terminales para el controlador de LCDs HD44780</i>	31
Tabla 3 <i>Características del sensor de humedad del suelo YL-69</i>	33

Resumen

La presente monografía permite introducir al uso de la energía producida por un sistema de generación eólica autosustentable que permite el control de bombeo del líquido vital en zonas agrícolas rurales. En el Barrio Puerto Arturo de la Parroquia Unamuncho del Cantón Ambato, provincia de Tungurahua, se implementó este prototipo cuyo objetivo fue activar automáticamente la bomba de agua, mediante un sensor de humedad del suelo YL-69, el cual indica un estado seco en el rango de 0 a 300, si detecta un nivel de 305 a 600 quiere decir que el suelo se encuentra húmedo y por último si se encuentra en los valores de 600 a 1053 es por exceso de humedad. También se contó con la programación que se ejecuta mediante un microcontrolador Arduino y permite la activación a la bomba con la ayuda de un relé de 5V; de igual manera permite la actuación del controlador ON/OFF de humedad, desencadenándose en un sistema automatizado que no requiere de la energía eléctrica comercial. Para la visualización del estado en la humedad del suelo, se colocó una pantalla LCD de 16x2, siendo fundamental para visualizar los datos del sensor, mismo que envía señales al Arduino. La bomba funciona con una tensión de 120VAC y 60Hz, entregando una potencia de 0.6 HP la cual ayuda a succionar el líquido vital mediante la fuerza del aerogenerador.

Palabras clave:

- **AEROGENERADOR EÓLICO**
- **AGUA DE REGADIO**
- **CONTROLADOR ON-OFF**

Abstract

This monograph introduces the use of the energy produced by a self-sustainable wind generation system that allows the control of the pumping of vital liquid in rural agricultural areas. In the Puerto Arturo neighborhood of the Unamuncho Parish of Ambato Canton, Tungurahua province, this prototype was implemented whose objective was to automatically activate the water pump, through a YL-69 soil moisture sensor, which indicates a dry state in the range from 0 to 300, if it detects a level from 305 to 600 it means that the soil is moist and finally if it is in the values from 600 to 1053 it is due to excess humidity. There was also the programming that is executed through an Arduino microcontroller and allows the activation of the pump with the help of a 5V relay; in the same way it allows the action of the ON/OFF humidity controller, triggering in an automated system that does not require commercial electrical energy. To display the status of soil moisture, a 16x2 LCD screen is placed, being essential to display the sensor data, which sends signals to the Arduino. The pump works with a voltage of 120VAC and 60Hz, delivering a power of 0.6 HP which helps to suck the vital liquid through the force of the wind turbine.

Key words:

- **WIND TURBINE**
- **IRRIGATION WATER**
- **ON-OFF CONTROLLER**

Capítulo I

1. Introducción

1.1. Tema

Implementación de un sistema de generación eólica autosustentable para el control de bombeo de agua para riego, en zonas agrícolas rurales.

1.2. Antecedentes

En el Ecuador el nivel de avance del uso de las energías renovables es de un 51.78%, y no cabe duda de que la implementación de un sistema de generación eólica autosustentable genere una mejor calidad de vida para los agricultores.

La energía eólica es obtenida a través del viento con la funcionalidad de ayudar a obtener energía limpia para la agricultura, ganadería, vivienda, etc., al momento de realizar la implementación estamos no solo cuidando al planeta si no también creando un ahorro al bolsillo los agricultores y menor consumo de gasolina.

Según el estudio realizado por los estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato (Guananga, 2013) el proyecto sistema de bombeo eólico con el fin de satisfacer las necesidades de irrigación agrícola en la parroquia García Moreno, Pelileo., se basa en la investigación del estudio conversor de energía para bombeo en la utilización de irrigación agrícola, la cual ayudará a minimizar los problemas de estiaje en los meses de mayor consumo.

Así mismo en el proyecto de tesis Riego Rectificado con energía eólica en el norte de Chile (MUÑOZ, 2008) permite dimensionar un sistema de bombeo

apropiadamente a base de energía eólica satisfaciendo adecuadamente los requerimientos locales.

1.3. Planteamiento del problema

En Ecuador existe el desarrollo de energía en sistemas de regadío, el cual el problema a tratar es el sitio o puntos donde se produce fuerza de viento para la generación de energía eléctrica en zonas rurales para que este funcione correctamente y así poder distribuir el regadío.

Para que se genere energía eléctrica es necesario construir una turbina eólica para la implementación del proyecto, generando agua de riego en cultivos, dando una mejor producción y vida en estas zonas.

Se utilizará en la implementación la energía renovable que se obtiene con el viento o aprovechamiento de las masas de aire. Conectaremos una bomba de agua para succionar el líquido vital desde un reservorio de agua para repartir a los diferentes lugares que hemos propuesto en nuestro proyecto de sistema de regadío autosustentable.

También se utilizará la tecnología, ya que es una de las herramientas más utilizadas para conectar estas instalaciones y que funciones automáticamente.

1.4. Justificación

El sistema de bombeo de agua de regadío para la agricultura, mediante la utilización de turbinas, baterías, capacitaciones y grupos que han incentivado con la ayuda de la tecnología, hace que cada vez más avancen con facilidad las implementaciones de sistemas eléctricos, ahorro energético, energía renovable permiten realizar proyectos de automatización. Adicionalmente, en las zonas agrícolas rurales ayudará a cambiar el impacto ambiental que puede generar con

la electricidad producida. Cuyo objetivo es beneficiar las zonas agrícolas con un buen regadío de agua automático, mediante sistemas de generación eólica, para alcanzar resultados factibles y beneficiarios en sistemas productivos rurales, como también a disminuir la pobreza en el campo.

Con los avances de la tecnología tenemos más facilidad para automatizar, mediante aparatos o equipos mecánicos y electrónicos, también se puede mejorar la potencia en el aprovechamiento de la energía eólica en zonas rurales y sectores agropecuarios haciendo cada vez sea más atractivo este proceso, tienen la posibilidad de optimizar y automatizar por medio de la utilización de dispositivos electrónicos y mecánicos.

La implementación del sistema de generación eólica para el control de bombeo de agua para regadío permite un uso sustentable en distintas zonas rurales, ya que hoy en día la mayoría de población utiliza la agricultura, En cuanto a la energía se obtendrá mediante el viento para poder activar al proceso de regadío

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general.

Implementar un sistema de generación eólica autosustentable para el control de bombeo de agua para regadío, en la zona rural de la parroquia Puerto Arturo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua, utilizando un microcontrolador Arduino UNO y la utilización de materiales reciclados para el aerogenerador.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar una investigación de campo y bibliográfica.

- Establecer un diseño que recabe todas las necesidades identificadas y establecer características físicas para determinación de parámetros de selección e instalación de los sistemas de generación eólico y la automatización del regadío.
- Construir e implementar el aerogenerador utilizando materiales reciclados.
- Programar el controlador ON – OFF en el microcontrolador Arduino UNO, mediante la señal de un sensor de humedad para la activación de la bomba hidráulica que permite el funcionamiento de sistema de riego y realizar su puesta en marcha.
- Concluir en base a la funcionalidad del sistema.

1.6. Alcance

El proyecto está basado en un sistema de generación eólica autosustentable para el control de bombeo de agua, logrando así ayudar en las zonas rurales que no contengan agua de regadío naturalmente y carezcan de energía eléctrica cercana, la turbina eólica transforma la energía cinética del viento a energía mecánica que ayudará en el bombeo de agua de estanques, lagunas, canales, reservorios, etc.,

La turbina eólica funcionará mediante un generador el cual permitirá el funcionamiento de está, contará con dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para esto se tendrá en cuenta que la turbina se realizará con materiales y equipos reciclados. El capacitor de arranque de 189-227uF de 110 VAC se utilizará para almacenar energía y de esta forma la turbina funcione correctamente.

Se contará un controlador tipo ON – OFF para humedad mediante la señal obtenida de un sensor que se encuentra dentro del terreno, esto se implementará en un microcontrolador Arduino UNO.

Capítulo II

2. Fundamentos teóricos

2.1. Sistema Eólico

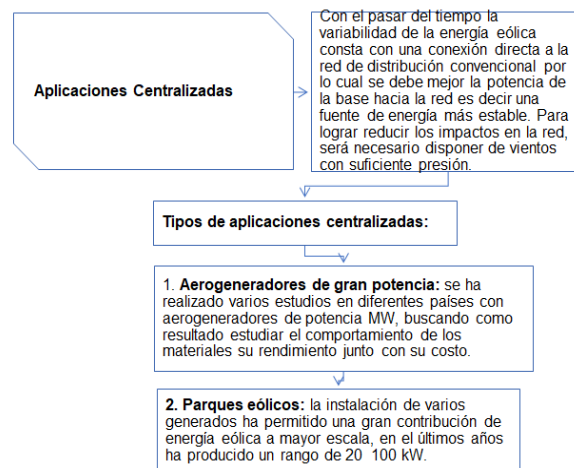
2.1.1. Energía Eólica

La energía eólica se obtiene a través del viento, es energía renovable y limpia que no contamina el medio ambiente, además de sustituir a la energía producida por los combustibles fósiles, generando energía limpia a través de un generador eléctrico. Reconocido hoy en día como la más madura y eficiente de todas las energías renovables. (Cristian, 2016)

La energía eólica es transformada posteriormente en energía eléctrica, por lo cual se puede considerar en las siguientes aplicaciones:

Figura 1

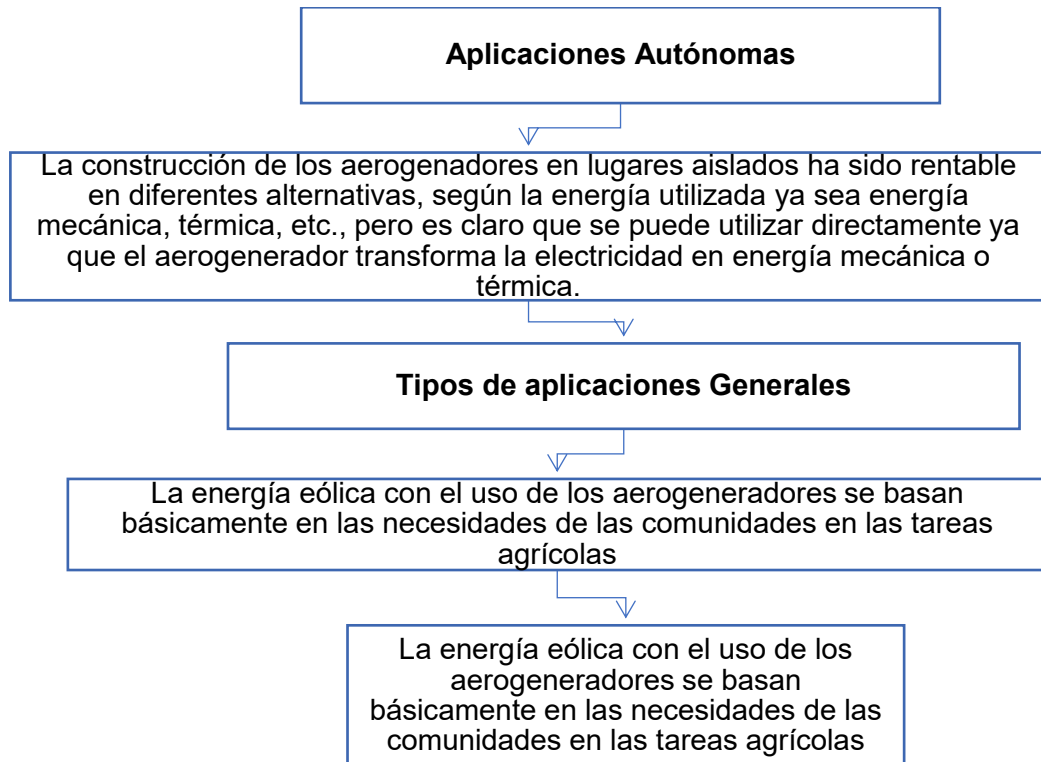
Aplicaciones centralizadas de la energía eólica.



Nota. En la figura 1 se representa la aplicación centralizada con sus respectivas aplicaciones. Tomado de (ALLOS, 2018)

Figura 2

Aplicaciones autónomas de la energía eólica.



Nota. En la figura 2 se redacta el concepto de aplicación autónoma y sus aplicaciones. Tomado de (ALLOS, 2018)

2.1.2. Aerogenerador

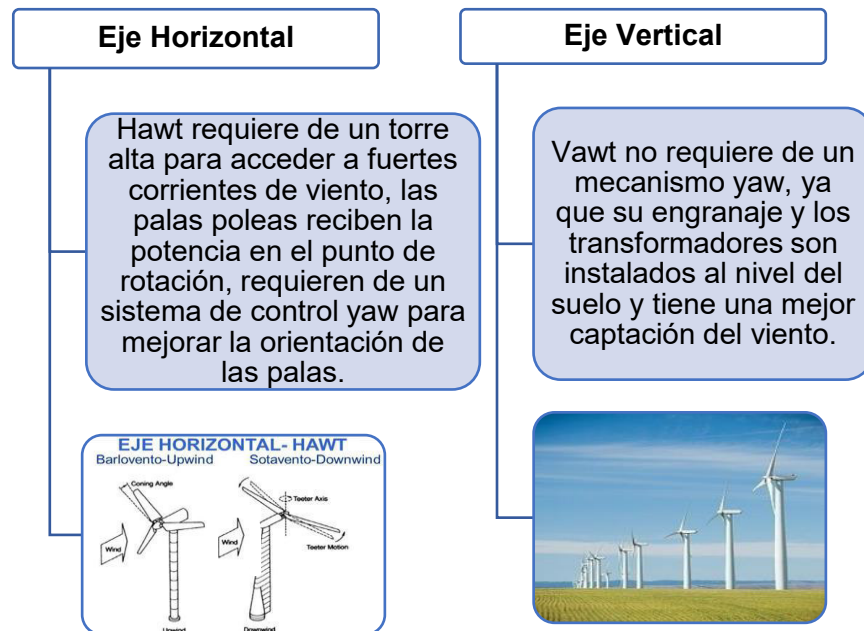
Los aerogeneradores son equipos que aprovechan la energía cinética del viento para transformar en energía eléctrica, su velocidad se eleva dependiendo de la fuerza del viento haciendo girar el rotor de la turbina, para que pueda alcanzar gran eficiencia. (Castillo, 2018)

Tipos de aerogeneradores

Los aerogeneradores se clasifican según su eje de rotación:

Figura 3

Tipos de aerogeneradores en el eje horizontal y vertical.



Nota. En la figura 3 se redactan los conceptos del eje horizontal y vertical de los aerogeneradores. Tomado de (A.Molina, 2019)

Aplicaciones

Como principales aplicaciones tenemos:

- Generar energía eléctrica dentro del ámbito doméstico e industria a gran escala.
- Utilizar directamente la energía mecánica en bombas de agua.
- Transformar la energía del viento en térmica es decir calentar el agua

2.1.3. Principio de operación del aerogenerador

El aerogenerador tiene como principal propósito generar energía eléctrica través del movimiento de las turbinas accionada por el viento, al momento de realizar su funcionamiento observamos que las hélices optan por moverse lentamente ya sea que el aerogenerador este en movimiento vertical o horizontal,

el aerogenerador consta de un rotor, caja de engranajes, generador, torre y un sistema de controlador. (Zolano, 2019)

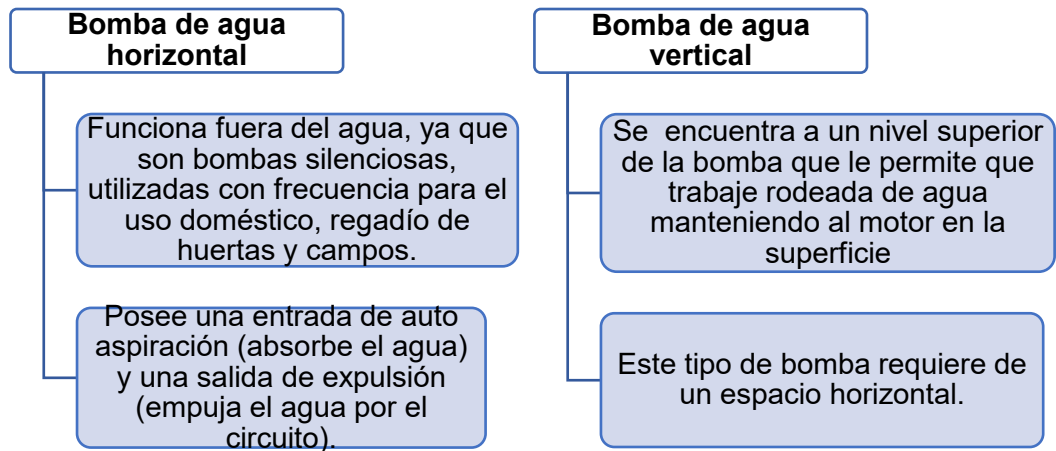
2.1.4. Sistema de bombeo de agua

Existen dos tipos de bombas de agua, horizontales y verticales, las cuales son necesarias para un sistema de bombeo de agua para regadío, ya que es muy importante en el sector agrícola, especialmente en lugares donde no existe la presencia de lluvias. Generar un sistema de bombeo de agua en zonas agrícolas se puede encontrar varias ventajas, las cuales son:

- Mejor calidad de producción
- Disminuye tomas de aire
- Espacio reducido de instalación
- Vida útil alargada.
- Menor contaminación. (Alan, 2012)

Figura 4

Tipos de sistema de bombeo de agua



Nota. En la figura 4 se representa los tipos de sistemas de bombeo de agua.

Tomado de (Alan, 2012)

2.2. Elementos eléctricos y electrónicos.

2.2.1. Arduino UNO

Esta placa Arduino UNO es basada en el microcontrolador ATmega328P, conformada de 14 pines de entrada y salida digital (6 de ellos pueden ser utilizados con PWM), tiene 6 entradas analógicas, conexión USB, conexión a fuente de alimentación, un cristal o velocidad de reloj de 16Mhz, botón de reseteo y terminales para conexión ICSP. Para la electrónica tiene todo lo necesario para que un microcontrolador opere, conectándolo a la energía por el puerto USB.

Arduino UNO es la placa una de las mejores para realizar o iniciar con la programación y la electrónica. (Pamela, 2017)

Tabla 1.*Características de la placa Arduino*

CARACTERÍSTICAS	
1° Microcontrolador:	ATmega328
2° Voltaje Operativo:	5V
3° Voltaje de Entrada:	7-12V
4° Pines de Entradas/Salidas digital:	14(6 son salidas PWM)
5° Pines de entradas Analógicas:	6
6° Memoria Flash:	32 KB(ATmega328) 0,5 KB usado por Bootloader
7° SRAM :	2 KB (ATmega328)
8° EEPROM:	1 KB (ATmega328)
9° Velocidad del reloj:	16 Mhz

Nota. En la tabla 1 se muestran las características principales de la tarjeta Arduino UNO. Tomado de (Hinostrza, 2019).

Figura 5.*Ilustración física de una placa Arduino*

Nota. En la figura 5 se puede observar la placa Arduino UNO. Tomado de (Hinostrza, 2019).

2.2.2. Capacitor de arranque 189-227uf, 110/125VAC

Un capacitor de arranque es aquel que pone en marcha a un motor monofásico, gracias a la conexión en serie al bobinado hace que ayude a existir mayor desfase en la corriente. (Zea, ene-2019)

Figura 6.

Capacitor de arranque 189-227uf, 110/125VAC



Nota. En al figura 6 se observa un capacitor de arranque de 189-227uf, 110/125VAC. Tomado de (Zea, ene-2019)

Figura 7.

Características técnicas del capacitor de arranque 189-227uf, 110/125VAC

Voltaje	<ul style="list-style-type: none"> •110VAC •125VAC
Uf(microfrdio)	<ul style="list-style-type: none"> •189uf •227uf
Hz(Herz)	<ul style="list-style-type: none"> •50Hz •60Hz

Nota. En al figura 7 se observa las caracterisitcas técnicas del capacitor de arranque de 189-227uf, 110/125VAC. Tomado de (Zea, ene-2019)

2.2.3. Motor monofásico

Estos motores monofásicos son similares a los alternadores de los coches, la corriente eléctrica, se distribuye por un bobinado de cobre en la parte interior de la carcasa del motor, cuando la corriente este circulando por los cables del estator, generando una cantidad de fuerza electromagnética, la cual hace girar al motor, con la ayuda del rotor dando movimiento mecánico. (Galán, 07-05-2014)

- **Características del motor monofásicos**

Dispone de características principales como son potencia y revoluciones por minuto, su estructura física se muestra en la figura 8.

Figura 8

Motor monofásico

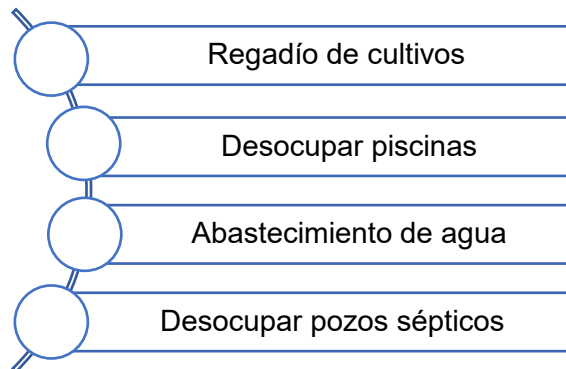


Nota. En la Figura 8 se representa físicamente el motor monofásico. Tomado de (Andres, 2019)

2.2.4. Motobomba monofásica

Una bomba de agua puede ser monofásica o trifásicas, son dispositivo que bombea agua de un lugar a otro sin importar el fluido sea aguas sucias o limpias

Las bombas de agua realizan las siguientes aplicaciones, las cuales se demuestra en la Figura 9

Figura 9*Aplicaciones de la motobomba monofásica*

Nota. En la Figura 9 se representa aplicaciones de la Motobomba monofásica.

Tomado de (Johnny, 2016).

La alimentación de una bomba hidráulica para su funcionamiento es la gasolina u otro tipo de combustible, estas bombas dependen de un motor eléctrico. (Johnny, 2016) .En la figura 10 se indica un modelo del tipo de bomba mencionada.

Figura 10*Motobomba monofásica*

Nota. En la figura 10 se muestra físicamente la motobomba. Tomado de (Johnny, 2016)

2.2.5. LCD 16x2

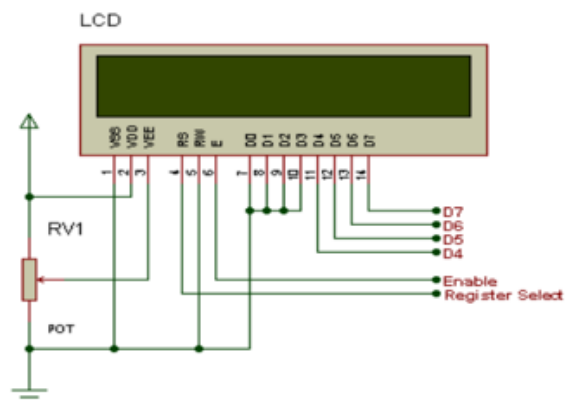
Característica de Pantalla LCD 16x2 Color Azul:

La pantalla LCD se utiliza para enviar datos mediante una transmisión controladora, se puede desarrollar una interfaz en serie, tiene un módulo HD44780 que hace que sea fácil para agregar a la pantalla LCD cualquier comando y modificar la pantalla. (Suchdeo, 2019)

- Pantalla LCD, 16 caracteres y 2 líneas
- Alimentación 5V
- Color azul, letras en blanco
- Pin de contraste ajustable

Figura 11

Diagrama esquemático de la pantalla 16x2 LCD



Nota. En la figura 11 se demuestra el diagrama esquemático de la pantalla 16x2 LCD. Tomado de (Suchdeo, 2019)

2.2.6. Módulo HD44780 de 5V

Es un controlador para pantalla LCD, que puede desplegar caracteres alfanuméricos y otros símbolos, está configurado para manejarlo en Microcontroladores de 8 bits o 4 bits.

Posee memoria RAM interna que tiene capacidad de almacenar 80 caracteres, datos en códigos de 8 bits. En la tabla 2 se muestra las terminales del HD44780. (Benavides, 2019)

Tabla 2

Terminales para el controlador de LCDs HD44780

Terminales para el controlador de LCDs	
HD44780	
Nombre	Función
Vss	GND
Vss	5V
Vee	Ajuste de contraste
E	Habilitación
RS	0 = Entrada de instrucción 1 = Entrada de datos
R/W	0 = Escribe al HD44780
DB0 - DB7	Bus de datos

Nota. Esta tabla manifiesta las terminales del HD44780. Tomado de (Benavides, 2019)

2.2.7. Módulo relé 1 canal

Son utilizados para realizar proyectos, el cual se necesita una señal de 0 lógico para encenderse y 1 lógico para apagarse (Guamá Santiago, 2020)

Figura 12

Módulo relé de 1 canal de 5V



Nota. En la figura 12 se muestra el módulo de 1 canal de 5V. Tomado de (Guamá Santiago, 2020)

2.2.8. Sensor de humedad del suelo YL-69

El sensor (SHS) se utiliza para sistemas de riego automatizados, es uno de los que permiten obtener datos fácilmente para que este haga función cuando el sistema de riego es activado y este sensor detecten una baja humedad dentro del suelo y es apagado cuando detecte un alto nivel de humedad en la zona agrícola, en la tabla 3 se muestra las características del sensor de humedad. (Piedra, 2017).

Tabla 3

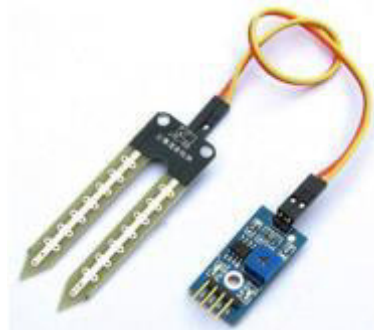
Características del sensor de humedad del suelo YL-69

Características del sensor de humedad	
Vcc	5V
Gnd	Gnd
A0	A0

Nota. Esta tabla expone las características del sensor de humedad del suelo YL-69. Tomado de (Piedra, 2017).

Figura 13

Sensor de humedad YL-69



Nota. En la figura 13 se observa la apariencia del sensor de humedad YL-69. Tomado de (Piedra, 2017)

2.2.9. Controlador ON/OFF

Un controlador on/off se encarga de dominar la temperatura en un punto de ajuste en el setpoint, ON cuando la temperatura es mayor y OFF cuando la temperatura es menos o igual al setpoint. (Villajulca, 2019)

Capítulo III

3. Desarrollo del tema propuesto

3.1. Preliminares

En el presente proyecto de titulación se realizó el prototipo de un sistema de bombeo de agua en una zona agrícola, el cual cuenta con un controlador ON/OFF para su funcionamiento automático, para ello consta de una motobomba eléctrica que activa la irrigación del terreno, succionando el agua desde un reservorio.

Para el aerogenerador, se cuenta con la ayuda de un motor monofásico de 110/220 VAC por medio de la fuerza del viento realiza el giro de las hélices para accionar las turbina y partir de ello obtener energía eléctrica. La energía que genera el aerogenerador será almacenada en un capacitor de arranque 189-227 uf, el cual alimentara a la bomba de agua con un nivel de voltaje de 110/120 V.

Para el controlador del sistema de riego ON-OFF se utilizó un arduino UNO el cual: a la entrada A0 analógico va conectado al pin A0 del módulo sensor de humedad, a la entrada A4 analógico va conectado al pin SDA del módulo I2C del LCD, a la entrada A5 analógico va conectado al pin SCL del módulo I2C del LCD, el pin 13 digital activa el relé 5V como interruptor para el accionamiento de la bomba de agua de 120V.

3.2. Sistema automático

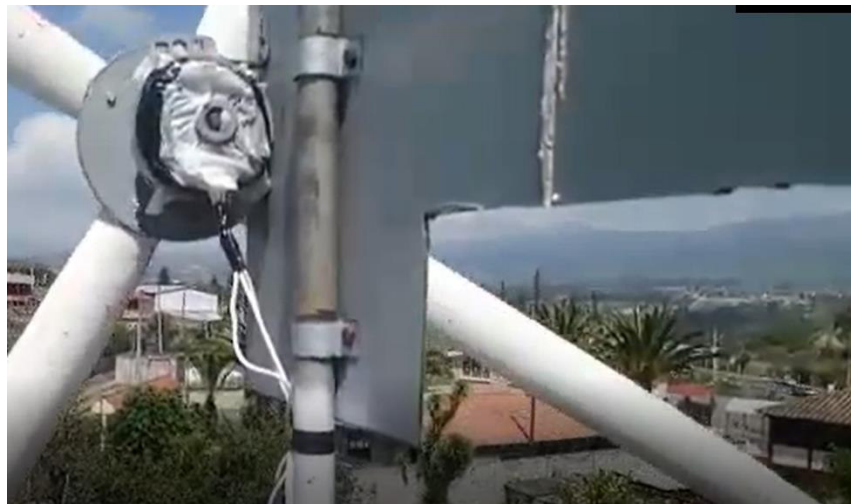
3.2.1. Aerogenerador

El aerogenerador se elaboró a partir de materiales reciclados como son: las hélices, el cuerpo del aerogenerador, el motor que genere la energía, bomba de agua y cables.

El funcionamiento del generador consiste en el aprovechamiento de la fuerza del viento, empezando por el cuerpo del aerogenerador en el cual se ubicara el motor monofásico, ya que la cola del cuerpo del aerogenerador busca la dirección del viento para dar movimiento a las hélices que fueron fabricadas mediante tubos PVC que se muestra en la figura 14.

Figura 14

Armado del aerogenerador



Nota. En la figura 14 se muestra el cómo se realizó el aerogenerador al ubicar el motor monofásico.

Con ayuda de un tubo metálico y rulimanes en el soporte, el cuerpo del aerogenerador busca la dirección del viento en 360 grados sin ningún problema, soportando todo el peso del aerogenerador orientando así la puesta marcha de las hélices y generando energía que es almacenada en el capacitor. En la figura

15 se puede observar el sistema completamente implementado en su etapa de pruebas.

Figura 15

Aerogenerador



Nota. En la figura 15 se muestra el aerogenerador.

3.2.2. Capacitor de arranque 189-227uf, 110/123VAC

Para almacenar la energía generada por el aerogenerador se utilizó un capacitor de arranque 189-227uf, 110/123 VAC el cual sirve como almacenamiento, conectándolo directamente al motor monofásico identificando el neutro y fase para enlazar con los terminales del capacitor, siempre teniendo en cuenta que se encuentre sin energía ya que obtiene maneja niveles de voltaje alto, en la figura 16 se observa el capacitor.

Figura 16

Capacitor de arranque



Nota. En la figura 16 se muestra el capacitor de arranque de 110/223VAC.

3.2.3. Ubicación del tablero de controlador con sus componentes.

El tablero de controlador está conformado por: Arduino Uno, Modulo I2C del LCD, contactor de 32 A, modulo del sensor de humedad, relé.

Cada uno de los componentes es ubicado de manera alterna en el tablero, por lo cual el Arduino guarda la programación para dar funcionamiento a los distintos componente por lo cual será conectado con un cargador de celular ya que los 110 V que entre los transformara a 5V que necesitara evitando así quemarlo, la LCD sirve para dar cada uno de los mensajes y en qué estado se encuentra es decir: seco, húmedo o exceso de agua, el modulo del sensor detecta en qué estado se encuentra el suelo enviando la señal al Arduino, el relé el cual será conectado a su entrada con 5V y a la salida con 110/120 V para lograr accionar la bomba y por último el contactor de 32 A que dará energía a todo el tablero evitando fugas. En la figura 17 se puede observar el Tablero completamente implementado en su etapa de pruebas

Figura 17

Tablero de controlador con sus componentes



Nota. En la figura 17 se muestra el tablero de controlador en su etapa de pruebas.

3.2.4. Controlador ON/OFF

El funcionamiento consiste a partir de un circuito eléctrico con un Microcontrolador Arduino UNO, se basa en un controlador el ON/OFF sin histéresis para que el proceso sea automático, recibe la señal del sensor de humedad aterrizado en el terreno y controladora la activación de un relé de 5V que permite que la bomba se active con la ayuda de una manguera y aspersiones de agua, realice el regadío en una parcela agrícola.

Se presentara la programación del controlador paso a paso, especificando cada parte del código, se han agregado caracteres para que refleje el estado encendido, exceso y apagado del sensor de humedad, visualizados en una pantalla líquida LCD.

1.- Librería para la comunicación I2C y conexión del LCD con el módulo I2C (Librerías).

```
5 #include <Wire.h>
6 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

2.- Declaración de variables del LCD 16X2 y pin de salida para la bomba de agua.

```
8 //DECLARACION DE VARIABLES
9 LiquidCrystal_I2C LCD1(0x27,16,2);
10 int bomba = 13;
```

3.- Iniciación del sensor de humedad.

```
12 void setup() {
13   Serial.begin(115200);
14
15   LCD1.init();
16   LCD1.backlight();
```

4.- Mensaje del nombre del proyecto e integrantes

```
18 LCD1.setCursor(0,0);
19 LCD1.print(" UNIVERSIDAD "); //Mensaje del nombre del proyecto
20 LCD1.setCursor(0,1);
21 LCD1.print(" ESPE - UGT");
22 delay(4000);
23 LCD1.clear();
24 LCD1.setCursor(0,0);
25 LCD1.print("ESTEFANIA.C"); //Integrantes
26 LCD1.setCursor(0,1);
27 LCD1.print("CARMEN.L");
28 delay(4000);
```

5.- Entrada del sensor de humedad al pin A0

```
33 void loop() {
34   int lectura = analogRead(A0);
35   int lecturaPorcentaje = map(lectura, 1023, 0, 0, 100);
```

6.- Condición N° 1 si el sensor sobrepasa el valor de 1000 se encuentra desconectado.

```
38 if (lectura >= 1010){
39   digitalWrite(bomba,0);
40   LCD1.clear();
41   LCD1.setCursor(0,0);
42   LCD1.print(" DESCONECTADO ");
43   LCD1.setCursor(0,1);
44   LCD1.print(" NO HAY LECTURA DE DATOS ");
45 }
```

7.- Condición N°2 si el sensor obtiene un valor menor a 1000 y mayor igual a 600 el suelo se encontrará en estado seco encendiendo la bomba

```

48 lectura < 1000 && lectura >= 600) {
49   write(bomba,1);
50   ar();
51   Cursor(0,0);
52   nt("ESTADO: SECO ");
53   Cursor(0,1);
54   nt("BOMBA: ENCENDIDA ");

```

8.- Condición N°3 si el sensor obtiene un valor menor a 600 y mayor igual a 370 el suelo se encontrará en estado húmedo apagando la bomba

```

58 (lectura < 600 && lectura >= 370) {
59   lWrite(bomba,0);
60   lear();
61   etCursor(0,0);
62   rint("ESTADO:HUMEDO ");
63   etCursor(0,1);
64   rint("BOMBA: APAGADA ");

```

9.- Condición N°4 si el sensor obtiene un valor menor que 370 este se encontrará sumergido en agua.

```

68 else if (lectura < 370) {
69   digitalWrite(bomba,0);
70   LCD1.clear();
71   LCD1.setCursor(0,0);
72   LCD1.print("EXESO DE HUMEDAD ");
73   LCD1.setCursor(0,1);
74   LCD1.print(" SENSOR SATURADO ");
75 }
76 delay(1000);
77
78 }

```

3.2.5. LDC 16X2

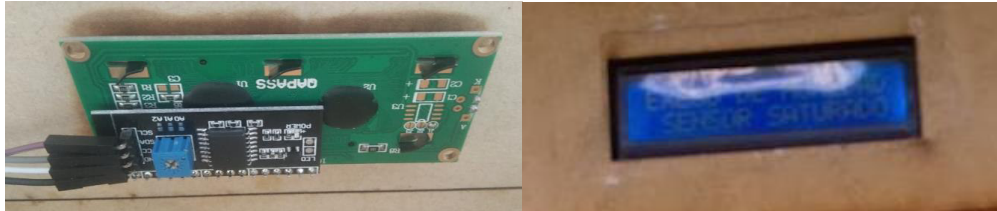
La pantalla LCD se utilizó como un HMI para reflejar el estado de la bomba cuando se encuentra en estado húmedo, exceso de humedad y sensor saturado, es de mucha importancia para poder identificar el controlador ON/OFF que se programó mediante Arduino, en la figura 18 se observa la pantalla LCD

Se observó en la LCD el estado del sensor de humedad del suelo YL-69, el cual indica un estado seco en el rango de 0 a 300, si detecta un nivel de 305 a 600 quiere decir que el suelo se encuentra húmedo y por último si se encuentra

en los valores de 600 a 1053 hay exceso de humedad.

Figura 18

Pantalla LCD



Nota. En la figura 18 se observa la pantalla LCD color azul de 16x2.

3.2.6. **Motobomba marca (SAER)**

Es una bomba hidráulica de 120VAC y 60Hz que entrega una potencia máxima de 0.6 HP suficiente para ayudar con el bombeo de agua y permitir el regadío. Consiste en absorber el líquido mediante mangueras hasta la zona requerida.

Figura 19

Motobomba



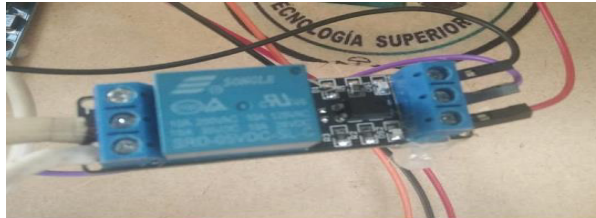
Nota. En la figura 19 se observa una motobomba 120VAC con 06 HP Y 60Hz.

3.2.7. Módulo relé 5V 10A

Este módulo relé nos ayuda para accionar la bomba de agua, las características son: 5V con una señal de controlador de 3.3V o 5V, la cual hace que se encienda o se apague, con una corriente de 10 A, en la figura se observa el módulo relé el mismo que está conectado del pin 13 de la tarjeta Arduino.

Figura 20

Modulo relé de 5V 10 A



Nota. En la figura 20 se observa la conexión del pin 13 de la tarjeta Arduino a los pines del relé.

3.2.8. Sensor de humedad del suelo YL-69

Este sensor permite la detección del estado de la humedad en el suelo, es fácil de utilizarlo, funciona con una alimentación de 5V, incluye un módulo de salida analógica y otro digital, de igual forma posee un controlador de sensibilidad, en la figura 11 se observa el sensor de humedad del suelo elegido para implementar en el proyecto.

Figura 21

Sensor de humedad YL-69



Nota. En la figura 21 se observa el sensor de humedad YL-69.

3.2.9. Conexión de tablero eléctrico

Es necesario para controlar el encendido y apagado (ON/OFF) del riego de agua en la zona y verificar el estado de humedad en el cual se encuentra el suelo, en las figuras se puede observar las conexiones.

Figura 22

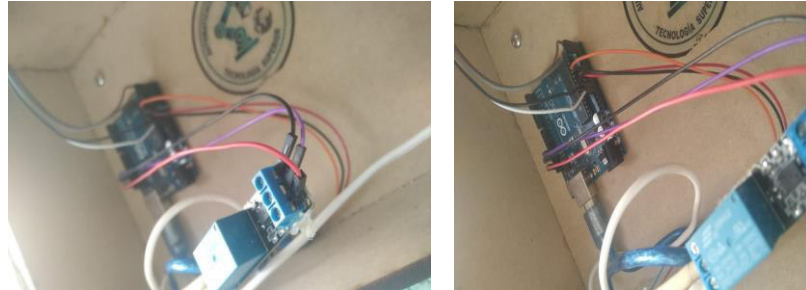
Conexión de tarjeta Arduino a pines de LCD



Nota. En la figura se observa la conexión de la tarjeta Arduino a la LCD. Se utilizó los pines digitales A0, A4 Y A5 y el pin digital 13.

Figura 23

Conexión de tarjeta Arduino al relé.



Nota. En la figura 23 se observa la conexión de la tarjeta Arduino conectado al pin 13 dando señal al del relé.

Figura 24

Conexión de relé a bomba de agua



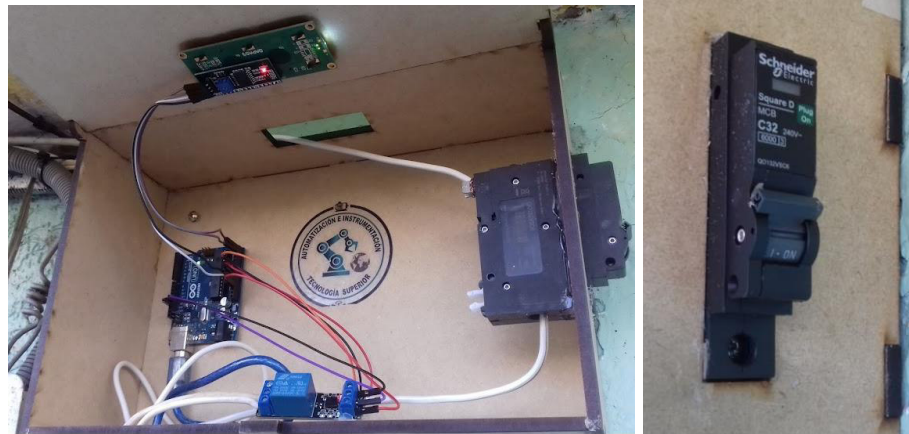
Nota. En la figura 24 se observa la conexión de cable de la señal del relé a la bomba de agua.

3.2.10. Conexión general de elementos eléctricos en el tablero

Se agregó un contactor de 32 A para el encendido y apagado del sistema de riego, este se encuentra conectado desde la salida de energía del aerogenerador, en la figura 25 se observa la conexión.

Figura 25

Conexión de contactor



Nota. En la figura se observa la conexión del contactor de 32 A, 120 V para el encendido y apagado del sistema de riego.

Figura 26

Conexión general de tablero eléctrico



Nota. En la figura 26 se muestra las diferentes conexiones del tablero eléctrico, como son: alimentación de la tarjeta Arduino, enchufe del contactor.

3.2.11. Estado de humedad del suelo demostrado en LCD.

1.- Cuando el sensor de humedad detecta un estado del suelo seco, automáticamente la bomba de agua se enciende, como se muestra en la pantalla LCD en la figura 27.

Figura 27

Encendido de bomba en estado del suelo seco



Nota. En la figura 27 se observa el encendido de la bomba cuando el estado del suelo se encuentra seco.

2.- Cuando el sensor de humedad detecta un estado del suelo con exceso de humedad, automáticamente la bomba de agua se apaga, como se muestra en la pantalla LCD en la figura 28.

Figura 28

Encendido de bomba en estado del suelo seco



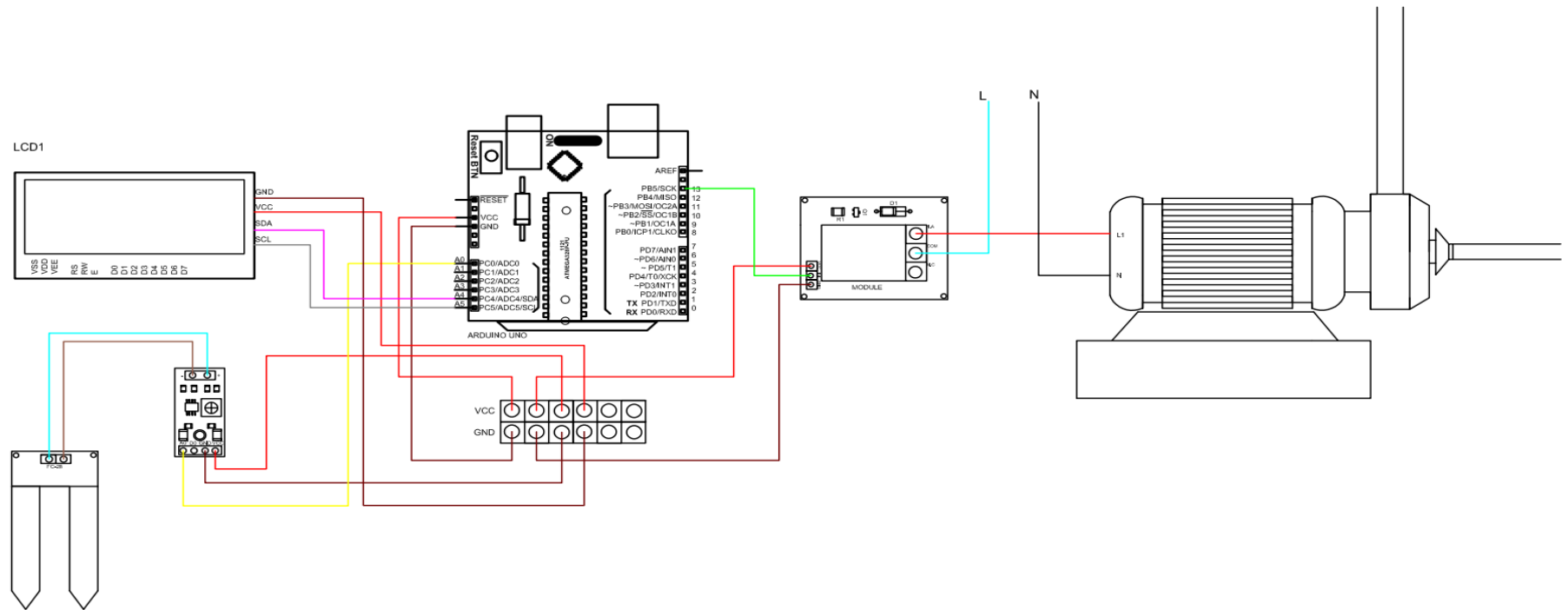
Nota. En la figura 28 se observa el encendido de la bomba cuando el estado del suelo se encuentra seco.

3.3. Diseño de circuito de potencia y controlador para el sistema

Se realizó el diseño del circuito completo mediante la aplicación de AutoCAD para la identificación correcto de los elementos, las conexiones el aerogenerador junto con los equipos para que se active la bomba de agua, en la figura 29 se puede observar las conexiones del sistema.

Figura 29

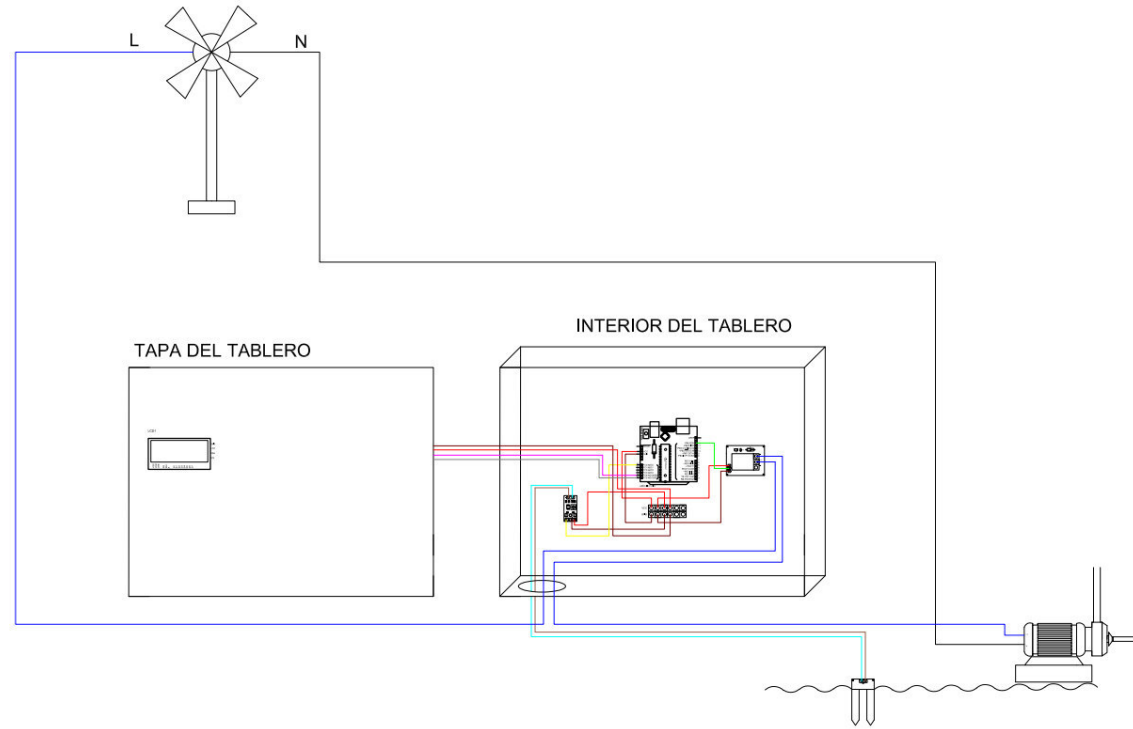
Sistema eléctrico



Nota. En la figura 29 se observa el sistema eléctrico del proyecto.

Figura 30

Diagrama de tablero eléctrico.



Nota. En la figura 30 se observa el diagrama eléctrico del proyecto.

Capítulo IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- El desarrollo de un generador eólico el cual puede brindar la energía necesaria para un proceso que este caso fue el controlador ON/OFF de humedad para el sistema de regadío, permite visualizar la importancia de la energía renovable en la actualidad ya que de esta manera se puede minimizar la contaminación de residuos fósiles y contribuir al medio ambiente, de igual forma permitió poner en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera como son instrumentación, máquinas eléctricas, instalaciones eléctricas y electrónica.
- Se implementó un sistema de generación eólica autosustentable para el controlador de bombeo de agua para regadío, en zonas agrícolas rurales sirviendo como alimentación energética a elementos electrónicos como, por ejemplo: Arduino, relés, sensor de humedad, LCD, etc., así como partes eléctricas como la bomba hidráulica. De esta forma se permitió idear un método automático como propuesta para sectores agrícolas lejanos donde no se cuenta con energía eléctrica comercial y la mayoría de veces son de difícil acceso.
- La ejecución de un sencillo controlador ON/OFF de humedad permite ver la importancia de la automatización en la vida cotidiana, ya que en este proyecto se aplicó en el regado de cultivos de forma automática

sin la intervención humana, cabe resaltar que es completamente necesario un controlador, el cual es el cerebro del proceso, para visualizar el estado del suelo se decidió colocar una pantalla líquida LCD16x2.

- El desarrollo del generador eléctrico a partir de elementos reciclados como un motor y capacitor de lavadora, tubos PVC, letrero, los cual permitió abaratar costos y contribuir fuertemente a la política de reutilización y generando una mejor conciencia social.

4.2. Recomendaciones

- Se debe tener en cuenta que los aparatos electrónicos utilizados son muy propensos a dañarse por lo que se debe utilizar protecciones para los mismos y de esta manera evitar daños en el proceso o cortocircuitos
- Previo a la puesta en marcha del aerogenerador se debe verificar que las conexiones estén en correcta ubicación para evitar que los cables se estropeen.
- Para comenzar con la explicación de la programación comenzamos por declarar las librerías junto con el LCD el cual nos enviara los mensajes respectivos.

Glosario

- **Eólico.-** energía que se obtiene del viento a través de la corriente y se puede tomar como energía limpia. Gardey, J. P. (2018). Definición. Obtenido de Definición: <https://definicion.de/eolico/>.
- **Irrigación.-** líquido que pasa dentro de un tubo para riego. Merino, J. P. (2020). Obtenido de Definición: <https://definicion.de/irrigacion/>
- **Aspersor.-** se utiliza para esparcir un líquido con presión de agua. Gran Diccionario de la Lengua Española (2016) Larousse Editorial, S.L.
- **Zona.-** extensión de un terreno. Diccionario de la Lengua Española (2018) Larousse Editorial, S.L.
- **Módulo.-** es la entrada perfecta para las dimensiones en elementos del cuerpo. Gran Diccionario de la Lengua Española (2016) Larousse Editorial, S.L.
- **Neutro.-** es una línea que forma parte de los 110V.
- **Pin.-** son los nombres de las entradas del Arduino sean lógicas o analógicas.
- **Turbina.-** son máquinas de flujo continuo que realizan trabajo mecánico. Andres, C. (2019). *diccionario.motorgiga*. Recuperado el 26 de Enero de 2021, de *diccionario.motorgiga*: <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/turbina-definicion-significado/gmx-niv15-con195829.htm>
- **Potencia.-** el trabajo que realiza en unidad del tiempo.
- **Digital.-** son datos finitos o discretos.

Bibliografía

- (s.f.). Obtenido de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>
- A.Molina. (2019). *Repositorio*. Recuperado el 4 de Enero de 2022, de Repositorio: https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/632714/13_t2s3_c14_html_contex_2.pdf?sequence=1.
- Alan, A. (2012). 22: <http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/5421>.
- ALLOS, M. S. (2018). Energía Renovable. En *Libro de las Energías Renovables* (pág. 292). España-Printed in Spain. : S.A. de Publicaciones Técnicas.
- Báez, M. (2008). <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4263/1/T-ESPEL-0555.pdf>. Recuperado de (17 de noviembre de 2021)
- Benavides, C. (2019). Sistemamid. <https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/923/930/5586.pdf>.
- Camino E, L. C. (2022). Recuperado de (19 de noviembre de 2021)
- Camino.E. (4 de Enero de 2021). Motor Monofásico. Ambato , Tungurahua, Ecuador.
- Camino.E, L. (25 de Enero de 2022). Cuerpo del aerogenerador. Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- Camino_Lalaleo. (2021).
- Camino_Lalaleo. (21 de Noviembre de 2021). Motor Monofásico. Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- Castillo, A. (23 de Julio de 2018). *Factorenergia*. Obtenido de Factorenergia: <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/> Recuperado de (23 de noviembre de 2021)
- Cristian, S. (2016). <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/9785>. Recuperado de (23 de noviembre de 2021)
- Galán, J. (07-05-2014). Quito: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7368>. Recuperado de (23 de noviembre de 2021)
- Gardey, J. P. (2018). *Definición*. Obtenido de Definición: <https://definicion.de/eolico/> Recuperado de (25 de noviembre de 2021)
- Gil García, Isabel C. (2019). *Dspace*. Obtenido de Dspace: <http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/2324> Recuperado de (25 de noviembre de 2021)
- Guamá Santiago, V. D. (2020). Construcción de un módulo de medición de radiación solar. Quito: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21110>. Recuperado de (27 de noviembre de 2021)

- Guananga. (2013).
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3728?mode=full>.
Recuperado de (28 de noviembre de 2021)
- Hinostroza, F. H. (2019). <https://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2020/06/Hinostroza-H-.pdf>. Recuperado de (30 de noviembre de 2021)
- Johnny, R. (24 de Octubre de 2016). *UNAP.EDU*. Obtenido de UNAP.EDU:
<http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/6784> Recuperado de (31 de noviembre de 2021)
- MUÑOZ, M. A. (12 de Noviembre de 2008). *Tesis*. Obtenido de Tesis:
http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/navas_m/sources/navas_m.pdf.
Recuperado de (1 de diciembre de 2021)
- Pamela, A. (2017).
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/25728/1/ESPEL-ENT-0134-P.pdf>. (3 de diciembre de 2021)
- Panta, A. (2021). <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65411>. (5 de diciembre de 2021)
- Piedra, M. C. (2017). Modelo neurodifuso para el controlador de humedad del suelo en cultivo.
http://www.revistatecnologiadigital.com/pdf/06_005_modelo_neurodifuso_controlador_humedad_hidroponico_tomate.pdf. (7 de diciembre de 2021)
- Suchdeo, K. (2019).
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.414.4844&rep=rep1&type=pdf>. (9 de diciembre de 2021)
- Villajulca, J. C. (2019). <http://instrumentacionycontrolador.net/controlador-on-off-otodo-nada/>.(12 de diciembre de 2021)
- Zea, O. (ene-2019). <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17008>. (11 de diciembre de 2021)
- Zolano, B. (03 de Septiembre de 2019). *Principios fundamentales de los aerogeneradores*. Recuperado el 4 de Enero de 2022, de Principios fundamentales de los aerogeneradores:
<https://prezi.com/endq7cdn8b7c/principios-de-funcionamiento-de-los-aerogeneradores/>(15 de diciembre de 2021)

ANEXOS